

Über die Sedimentgneise des Schwarzwaldes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Tübingen

vorgelegt von

Oskar Haffner

aus Marbach a. N.



Von der Fakultät angenommen Februar 1912.

Stuttgart 1919.

J. B. Metzlersche Buchdruckerei in Stuttgart.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553613_0156

Vorbemerkung.

Das Grundgebirge des Schwarzwaldes hat wegen seiner einfachen Zusammensetzung aus Granit und Gneis gegenüber der abwechslungsreichen Zusammensetzung der andern kristallinen Schiefergebirge Deutschlands früher wenig Anlaß zu einer näheren Untersuchung gegeben. Erst mit der Neuaufnahme der geologischen Karten von Baden wurde auch das Grundgebirge einer tiefergehenden Behandlung unterworfen. Und so bildet Blatt Gengenbach, das als erstes von A. Sauer aufgenommen wurde, gewissermaßen den Ausgangspunkt für die weiteren Untersuchungen des Grundgebirges im Schwarzwalde, und die Beschreibung und Einteilung desselben fand dabei gleich eine so glückliche Behandlung, daß sie heute noch die Grundlage des Studiums des Grundgebirges im Schwarzwald bildet.

Zugleich mit den Begleitworten der aufgenommenen Blätter erschienen mehrere Arbeiten über einzelne wichtigere Vorkommen. In den Mitteilungen der Großherzoglich Badischen geologischen Landesanstalt Bd. III von F. Schalch „Die Amphibolite von Blatt Petersthal-Reichenbach“, von H. Thürrach „Über ein Vorkommen von körnigem Kalk im Harmersbacher Thale“ und „Mitteilungen aus dem Aufnahmegebiet des Blattes Zell am Harmersbach“, von F. W. Pfaff „Über Graphitoid-Vorkommnisse im Elzthale“, in Band IV von dem Leiter der Badischen geologischen Landesaufnahme H. Rosenbusch zuerst eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Gneisuntersuchungen und dann eine Reihe von Einzeluntersuchungen ankündigend „Über kohlenstoffführende Gneisgesteine“ und in Band V „Die Kalksilikatefelse im Rench- und Kinziggebiet“ und „Die

Kalsilikatfelse von der Fehren bei Neustadt“. In größerem Rahmen und in vergleichender Weise wurde dann der Schwarzwälder Gneis von A. Sauer in einem Vortrage „Das alte Grundgebirge Deutschlands“ (Comptes rendues IX. Congrès géol. internat. Vienne 1903) kurz behandelt. Dann erschien von H. Philipp (Min. Zentralbl. 1907) „Eine vorläufige Mitteilung über Resorptions- und Injektionserscheinungen im südlichen Schwarzwalde“. Der neuesten Zeit gehört eine Untersuchung an von Schwenkel über den Eruptivgneis. Ihr soll sich ergänzend die vorliegende Arbeit anreihen, die gleichfalls auf Anregung von Herrn Professor Dr. A. Sauer unternommen und unter dessen Leitung ausgeführt wurde.

Derzeitiger Stand unserer Kenntnisse vom Schwarzwälder Gneise.

Auf Grund der vorerwähnten neueren geologischen Aufnahmen wissen wir, daß sich die kristalline Rumpfmasse des Schwarzwaldes aus zwei prinzipiell verschieden alten Komplexen zusammensetzt, aus Granit alt- bzw. mittelkarbonischen Alters, und aus Gneisen, die älter sind als jener.

Die Gneise zerfallen nach A. Sauer in zwei Gruppen, in Sediment- (Rench-) Gneise und in Eruptiv- (Schapbach-) Gneise. Die Unterscheidungsmerkmale bestehen nach den Erläuterungen von Blatt Gengenbach für den Renchgneis

„in einer vorwiegend glimmerreichen, schiefrig schuppigen Ausbildung, in dem Vorkommen feinkörniger wie fast dichter, zum Teil quarzitischer Varietäten, in der häufigen Einschaltung von Quarzknuern, der lokal reichlichen Beimengung von amorphem Kohlenstoff (Graphitoid) und dem Auftreten von Augitgneisen“,

für die Schapbachgneise

„in dem Fehlen aller dieser Einlagerungen, der Häufigkeit echter Granulite und der ausgesprochenen Neigung zu massiger, gneisgranitischer Ausbildung“.

Durch die Aufnahme des Blattes Oberwolfach-Schenkenzell kamen als neue Gruppe die Kinzigitgneise dazu; als seine Merkmale werden in den Erläuterungen zu diesem Blatte angeführt:

„Das Eigenartige ihrer Struktur besteht unseres Erachtens hauptsächlich darin, daß der feldspätige Gemengteil nicht gewöhnlich lagenartig verteilt, lagenartig angereichert und mit dem Glimmer zu einem schiefrig bis körnig flüssigem Gemenge eng verwoben ist, sondern mehr in isometrischen Körnern auftritt, die durch ein Glimmerzwischenmittel getrennt sind, oder, wenn das Gestein einigermaßen glimmerreich ist, wie in einer Matrix von Glimmer stecken.“

Über die Stellung des Kinzigitgneises zu den beiden andern Gruppen schreibt Rosenbusch:

„Die Kinzigitgneise sind nicht in demselben Sinne ursprünglich Gneisformen wie die Rensch- und Schapbachgneise, sie haben vielmehr ihr heutiges Gepräge anscheinend einem geologischen Vorgange zu verdanken, welchem sie zu einer Zeit unterlagen, als sie bereits Gneise waren“;

und über die Berechtigung der Einteilung in die drei Gruppen:

„Es möge noch einmal hervorgehoben werden, daß die drei Ty. en der Rensch-, Schapbach- und Kinzigitgneise bestehen bleiben, ganz unabhängig davon, ob die hier abgeleiteten genetischen Beziehungen, wie vermutet werden darf, durch die fortschreitende Aufnahme bestätigt, modifiziert oder widerlegt werden, und daß daher die objektive Naturtreue der geologischen Karte unabhängig ist von allen theoretischen Anschauungen.“

Zu diesen drei Gruppen kommen noch Einlagerungen von Amphiboliten, Pyroxengesteinen, Graphitoidgneisen und -schiefer, Quarzite und selten Marmor. Die Verteilung dieser Einlagerungen auf die drei Gruppen ist nicht gleichmäßig: die Amphibolite kommen überall vor, alle andern sind dagegen auf den Renschgneis beschränkt und stellen sich nur hier und da im Kinzigitgneise ein.

Als sehr schwierig zu deuten stellten sich die Verbandsverhältnisse heraus. Während die Einlagerungen durch ihren verschiedenen Mineralgehalt eine Trennung meist leicht gestatteten, blieb die Abgrenzung der drei andern Gruppen eine ganz unsichere. Sauer schreibt über die Verbandsverhältnisse von Rensch- und Schapbachgneis in den Erläuterungen zu Blatt Gengenbach:

„Daß es oft nicht möglich ist, eine scharfe Grenze zwischen Rensch- und Schapbachgneisen zu ziehen, daß beide Komplexe ineinander verschwimmen und besonders ihre glimmerreichen Abänderungen ununterscheidbar werden können, wurde schon mehrfach betont — dieser enge Verband der Schwarzwälder Gneise kann um so weniger überraschen, als auch in andern Gneisgebieten die verschiedenen Abänderungen der Gneise scharfe Grenzen häufig nicht besitzen; wenn dieselben sich in unserem Gebirge verschwommener als sonstwo gestalten, so mag dies in besonderen Verhältnissen, vielleicht solchen tektonisch-dynamischer Natur, seinen Grund haben —; dazu ist noch zu berücksichtigen, daß die Verschwommenheit und Vermischung beider Komplexe sich nicht bloß auf die gegenseitigen Hauptgrenzen beschränkt, sondern auch, daß untergeordnete Partien der einen Gruppe sich innerhalb der andern einstellen.“

Die Genesis der Schwarzwälder Gneise ist wie die der kristallinen Schiefer überhaupt der noch am wenigsten geklärte Punkt. Als sich die Merkmale, die Sauer zu der Unterscheidung von Schapbach- und Rengneis geführt hatten, bei den weiteren Aufnahmen als konstant erwiesen, konnte man sie auch zur Erklärung der Entstehung heranziehen, es wurde dabei der Schapbachgneis als Eruptivgneis, der Rengneis als Sedimentgneis bestimmt. Rosenbusch schreibt darüber (Mitteil. d. Großh. Bad. geol. Landesanstalt Bd. IV):

„In den Rengneisen lagen in konkordanter Einshaltung alle kohlenstoffführenden Schiefergesteine, alle die spärlichen Derivate, sowie alle Quarzite, während derartige Gebilde den Schapbachgneisen durchaus fehlten. Im Rengneise allein fanden sich die Hornfels- und die Psammitstruktur. Ausschließlich den Schapbachgneisen gehörten der im Schwarzwald so verbreitete Othit sowie die Eruptivstrukturformen an. Die Amphibolite und Verwandtes traten der gehegten Erwartung entsprechend sowohl im Reng- wie im Schapbachgneise auf.“

In seinen vorläufigen Mitteilungen über Resorptions- und Injektionserscheinungen im südlichen Schwarzwalde schließt sich Philipp in bezug auf die Rengneise der Auffassung von Sauer an, während er die Schapbachgneise für Mischgesteine hält, die durch Injektion eines alten Sediments mit granitischem, speziell aplitisch saurem Material vom Alter des mittelkarbonischen Granites entstanden seien. Schwenkel bestätigt auf Grund einer erneuten gründlichen Untersuchung die eruptive Natur der Schapbachgneise und ihr präkarbonisches Alter im Gegensatz zu Philipp. Auch tritt er der Ansicht Sauers bei, daß die Parallelstellung im Schapbachgneise primär ist, während Rosenbusch im Schapbachgneise ein metamorphosiertes Eruptivgestein sieht und damit die Parallelstellung für sekundär hält.

A. Untersuchender Teil.

1. Der Rengneis.

Der Gneis tritt in einer zusammenhängenden Masse, die von Oppenau bis an den Rhein herabreicht, zutage; in den von Buntsandstein bedeckten Gebieten ist er dagegen nur in den tiefer ein-

geschnittenen Tälern aufgeschlossen, läßt aber trotzdem erkennen, daß seine Gesamtausdehnung viel größer ist, als sein oberflächliches Auftreten.

Durch die weiteren Aufnahmen der Badischen Landesanstalt, die bis jetzt das Gebiet nördlich des Höllentals umfassen, ist auch die gegenseitige Abgrenzung der drei verschiedenen Glieder des Gneises, des Schapbach-, des Rench- und Kinzigitgneises, durchgeführt. Aus diesen Aufnahmen, wie auch aus den Begleitworten dazu, ist zu ersehen, daß die Kriterien für die drei verschiedenen Gneise nicht immer ein sicheres Erkennen ermöglichen und die Grenzen oft ganz unsicher zu ziehen sind. Es blieb daher beim Sammeln des Materials zuerst nichts andres übrig, als alle Gneisarten, die in den aufgenommenen Gebieten als Renchgneis bezeichnet wurden, zu untersuchen, in der Hoffnung, daß auf Grund der für den Sedimentgneis als bezeichnend geltenden Merkmale und eventuell neu hinzutretender eine genaue Abgrenzung durchgeführt werden könnte, denn erst dann war ein einigermaßen sicheres Ergebnis über den Sedimentgneis zu erwarten.

Es sind vor allem die Blätter: Waldkirch, St. Peter, Furtwangen, Neustadt und Höllsteig, die ein großes zusammenhängendes Renchgneisgebiet darstellen, wobei besonders Blatt St. Peter, als Mittelpunkt dieses Komplexes, durch das vollständige Fehlen der andern Gneisglieder auffällt, auch sieht man hier als einziges Mal, wie der Renchgneis ganz allein einen größeren Gebirgstock, den Kandel, bildet. Südlich dieses großen Renchgneisgebietes, also jenseits des Höllentals, ist der Renchgneis nur wenig verbreitet, hier herrscht der Schapbachgneis weit vor, nördlich dagegen auf den Blättern: Elzach, Haslach, Zell a. Harmersbach, Oberwolfach, Gengenbach und Peterstal finden wir sämtliche drei Glieder in bunter Wechsellagerung. Die bekannte große Verwitterbarkeit erschwert nun das Sammeln von brauchbaren Handstücken sehr, ja macht es manchmal ganz unmöglich, worunter die Klarheit über den Zusammenhang der Gesteine oft sehr leidet. Eine solche Stelle findet sich z. B. am Kandel. Dem obersten Gipfel dieses Berges ist nach Osten und Süden eine weit ausge dehnte Hochebene vorgelagert, der sie bildende Renchgneis ist

so tief hinein verwittert, daß in ihm Sandgruben bis zu 5 m Tiefe angelegt werden können und auf der ganzen Hochfläche kaum ein brauchbares Stück zu finden ist. Ganz selten sind im Rengneisgebiet auch Steinbrüche, da der Rengneis zum Bauen kaum verwertet werden kann; so ist man hauptsächlich auf die tief einschneidenden Bach- und Flußtäler angewiesen, die nun zum Glück nicht selten sind; so bieten im Hauptrengneisgebiet das Gutsachtal mit seinen Nebentälern, dem Nonnenbach-, Kilpach-, Gütenbach- und Elztal, gute Aufschlüsse.

Die allgemeinen Merkmale des Rengneises wurden nun schon mehrmals bei der Aufnahme der einzelnen Blätter besprochen, und ich kann nur die Allgemeinheit dieser für die einzelnen Gebiete gefundenen Verhältnisse bestätigen. Am eigenartigsten und auffallendsten scheint mir der innerhalb eines kleinen Raumes erfolgende außerordentliche Wechsel im Verhältnis der Gemengteile, der Struktur und der Größe der Körner und dagegen wieder das Gleichbleiben dieses Wechsels auf so weite Strecken, so daß einem die in Handstück so auffallende Erscheinung beim Betrachten größerer Massen gar nicht mehr zum Bewußtsein kommt und man das ganze Gestein für eine ebenso einheitliche Masse, wie z. B. den Eruptivgneis, ansieht. Hand in Hand damit geht die fast den ganzen Rengneis umfassende Erscheinung einer oft stark ausgeprägten Schichtung und der damit zusammenhängenden Schieferung des Gneises, indem dunkle Lagen mit hellen Lagen abwechseln und so die Textur dieser Gneise eine Lagentextur genannt werden kann (Fig. 1). Thürach schreibt darüber in den Erläuterungen zu Blatt Zell am Harmersbach: „Am meisten in die Augen fallen die durch die wechselnde Menge des Glimmers erzeugten Abweichungen, mit welchen sich gewöhnlich auch Änderungen in der Struktur und Korngröße verbinden. Vorherrschend findet man glimmerreiche und deshalb dunkle Gesteine von mittlerer Korngröße, welche durch die annähernd parallele Lagerung der Glimmerblättchen stark schiefrig ausgebildet sind. Auf den Schieferungsflächen überwiegt der Glimmer, im Querbruch sind dagegen Quarz und Feldspat reichlich zu sehen, welche sich hier zu Linsen und Streifen

gruppieren, die durch glimmerreiche Lagen getrennt werden.“ Dann die häufigen Quarzknuern, die Übergänge in hornfelsartige und quarzitishe Gesteine, die Einlagerungen von Quarzittfelsen, quarzitischen Pyroxengesteinen, kristallinen Kalk- und Wollastonitgesteinen, das alles zusammen gibt dem Renschgneis ein Aussehen, wie es erfahrungsgemäß ein unverändertes Eruptivgestein niemals aufweist.

Die Handstücke selber zeigten eine ungemeine Mannigfaltigkeit in ihrer Ausbildung; von hochquarzitischem bis quarzarmem, von grobkörnigem bis zu feinkörnigem, von gut parallelstruiertem bis richtungslosem Gestein fanden sich alle Übergänge. Daneben zeigte sich bald, daß selbst unter den auf dem reinen Renschgneisblatte St. Peter gesammelten Handstücken mancher sich als unzweifelhafter Schapbachgneis erwies und eine große Anzahl den in ihrer Stellung noch zweifelhaften Übergangsgneisen zwischen Rensch- und Schapbachgneis zuzuweisen waren.

Dieser Umstand erschwerte die weitere Orientierung ganz un- gemein und ich kam bald zu der Überzeugung, daß im ganzen Schwarzwalde überhaupt kein größeres zusammenhängendes Gebiet reiner Renschgneise zu finden sei. Dazu ähneln solche Mischgneise viel mehr den Schapbach- als den Renschgneisen, und das auffallendste ist, daß sie keineswegs immer an der Grenze von Rensch- und Schapbachgneis auftreten, sondern wie am Kandel größere zusammenhängende Massen bilden, ohne zur Entwicklung reiner Renschgneise zu gelangen.

Nach Ausscheidung der als sichere Schapbachgneise sich ergebenden Gneise versuchte ich nun die übrigbleibende Hauptmasse der eben erwähnten Mischgneise und der mehr oder weniger typischen Renschgneise weiter zu gliedern und zu gruppieren. Man kann dabei von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen, je nachdem man dabei den größeren Nachdruck auf die geologische Erscheinungsform oder auf die Genesis des Gneises legt.

Sauer unterschied auf Blatt Gengenbach — aber nur in der Beschreibung dazu und nicht kartographisch — in struktureller Hinsicht von dem gewöhnlichen körnig schuppigen bis schiefrig

flasrigen Gneis glimmerreiche schiefrige, körnig streifige, feinkörnige und feinkörnig quarzitishe und in chemischer Hinsicht sillimanitführende, fahlunitführende und graphitoidführende Abänderungen.

Da ich vor allem die genetischen Merkmale benutzte, kam ich zu einer andern Einteilung. Es kam ja bei dieser Untersuchung eine Klassifikation des Renschgneises erst in zweiter Linie in Betracht, zuerst mußte versucht werden, allgemeine und sichere Merkmale für den Renschgneis zu finden, um seine Abgrenzung ein für allemal zu ermöglichen oder, um mich anders auszudrücken, durch bestimmte Merkmale festzustellen, wieweit die als Renschgneis bezeichneten Gesteine wirklich den Namen Sedimentgneis verdienen. Die mikroskopische Untersuchung führte mich dann zu einer Einteilung in drei Arten, von denen die eine durch die Führung von Cordierit bzw. Fahlunit, die andere durch ihre Lagentextur, die dritte durch ihre zwischen Hornfelsstruktur und Kristallisationsschieferung liegende Ausbildung bestimmt wurde. Nur wenige Renschgneise ließen sich in diese drei Arten, die ich als Fahlunitgneis, als Lagengneis und als feinkörnigen Gneis bezeichne, nicht einreihen.

a) Der feinkörnige Gneis.

Dieser fand sich am geringsten verbreitet. Sein Aussehen ist das eines Hornfelses. Er ist ein dichter, massiger Gneis von feinkörniger bis mikrokristalliner Ausbildung. Seine Farbe ist beinahe immer dunkel. Die ausgeprägte Parallelstellung der Gemengteile, wie sie die Dünnschliffe dieses Gneises zeigen (Fig. 2), kommt makroskopisch meist nicht zur Geltung, nur selten zeigt er ein feinstreifiges Aussehen, am meisten noch da, wo er etwas verwittert ist. Er ist dadurch gut von den andern Gneisen zu unterscheiden, daß er die sonst überall vorkommende Lagentextur nicht besitzt, das Verhältnis, die Größe und die Ausbildung seiner Gemengteile nur in geringem Maße auch in einem größeren Komplexen sich verändern und in ihm die sonst so weit verbreiteten Mineralien bzw. Mineralgemenge Fahlunit und Fibrolith völlig fehlen. Die

mikroskopische Untersuchung lieferte als weiteres Unterscheidungsmerkmal die an die Hornfelsstruktur und Kristallisationsschieferung erinnernde Ausbildung. Ein ganz anderes Aussehen bietet nun der die zweite Gneisart darstellende

b) Lagengneis

und der eng zu ihm gehörende

Fahlunitgneis.

Unter Fahlunit sind dabei die verschiedenen Umwandlungsprodukte des Cordierits zu verstehen. Diese beiden Gneise unterscheiden sich nur dadurch, daß Fahlunit im Lagengneise nicht vorkommt, während er im Fahlunitgneise das typischste Merkmal ist, sonst stimmen sie in allem überein, so daß wir im Fahlunitgneise nur eine Unterordnung des Lagengneises, also einen fahlunitführenden Lagengneis zu sehen haben.

Es sind dies jene Gneise, die die so oft beschriebenen plattigen Verwitterungsstücke liefern, die auf der Ober- und Unterseite oft ganz flach, an den Seiten zum Schneiden scharfe Ecken und Kanten besitzen, eine bei der großen Verwitterbarkeit dieser Gneise sehr häufige Erscheinung. Im Gegensatz dazu leistet der feinkörnige Gneis der Verwitterung viel mehr Widerstand und gibt bei der Verwitterung keine solche plattigen Produkte, sondern ähnliche Blöcke wie der Eruptivgneis.

Diese Art der Verwitterung hängt natürlich eng mit der Lagentextur zusammen. Sie bewirkt den schon oben angeführten großen Wechsel im Mengenverhältnis, in der Größe der Körner und in der Struktur. Die oben kurz skizzierte Lagentextur äußert sich darin, daß Quarzfeldspatlagen mit Biotit-Quarz-Feldspatlagen oder auch mit Biotit-Quarzlagen abwechseln, wobei der Biotit meist vorherrscht. Im Fahlunitgneise treten an Stelle der Biotit-Quarz-Feldspat- und Biotit-Quarzlagen teilweise Biotit-Fahlunitlagen oder können jene auch ganz ersetzen.

Die Korngröße ist durchweg größer als im feinkörnigen Gneise, erreicht aber selten die des Schapbachgneises. Sie unterliegt nun auf kurzer Strecke einem ungemeinen Wechsel; beson-

dars ist auffallend, daß die Korngröße in den Quarzfeldspatlagen oft in gar keinem Verhältnis zu der in den biotithaltigen Lagen steht, obwohl beide z. B. Quarz als gemeinsamen Gemengteil besitzen. Die Quarz-Feldspatlagen können geradezu in pegmatitischer Form oder in gangförmigem Habitus auftreten, was gar nicht selten ist; sehr schön ist dies an den schon von Sauer beschriebenen Gneisen von Furtwangen zu erkennen (Fig. 3). Manchmal schwillt auch eine solche Quarz-Feldspatlage plötzlich an und bildet eine Linse im Gestein; tritt dies öfters auf, so entsteht ein porphyrartiger Gneis. Schon auf kurze Strecken ändert sich die Breite der Lagen und selten haben sie eine größere Flächenausdehnung.

Die Struktur ist total verschieden von der des feinkörnigen Gneises, ja es ist überhaupt kaum möglich, eine sichere Definition von der Struktur dieser Gneise zu geben, da nebeneinander verschiedene, ja entgegengesetzte Strukturformen auftreten; man kann höchstens dieses Untereinander als die spezielle Strukturform dieser Gneise bezeichnen. Stellenweise gleicht sie ganz der des feinkörnigen Gneises, um ganz plötzlich in eine Form überzugehen, die durch das Auftreten einer Kristallisationsfolge der Gemengteile der Struktur des Schapbachgneises sich nähert (Fig. 4). Zwischen diesen beiden Formen bestehen nun solche, die eine teils größere, teils kleinere Ähnlichkeit mit einer dieser beiden aufweisen, während an anderen Stellen keine sicheren Beziehungen mehr zu diesen bestehen, sondern der Gneis eine eigene und selbständige Struktur besitzt. Diese letztere tritt da auf, wo im Gneise die Lagentextur nur wenig ausgeprägt ist oder die Lagen nur eine ganz geringe Mächtigkeit haben: die an den Schapbach- und den feinkörnigen Gneis erinnernden Strukturformen, in den eine auffallende Lagentextur besitzenden Gneisen. Eine Folge dieses Strukturwechsels ist, daß für diesen Gneis die Mineralien keine bestimmten Umrisse aufweisen, sondern jede für einen Gneis überhaupt in Betracht kommende Ausbildung annehmen können. So tritt der Quarz teils in der für Eruptivgesteine typischen Form des Lückenbüßers, teils als gleich gut ausgebildetes Individuum wie die andern Mineralien auf; zwischen beiden Arten existieren dann noch eine große Zahl von Übergängen.

Da ich aber auf die näheren Strukturverhältnisse später noch einmal zu sprechen komme, so möge hier vorerst eine Charakteristik der an keine bekannte Form sich anlehnenden eigenen Struktur genügen.

Ihre Hauptmerkmale bestehen in der geringen Ausbildung der Lagentextur und der allem Anscheine nach damit zusammenhängenden gleichförmigeren Ausbildung in den einzelnen Lagen, so daß hier nicht mehr mit dem Wechsel der Lagen auch ein merklicher Wechsel in der Struktur eintritt. Dazu sind die drei Hauptgemengteile Quarz, Feldspat und Biotit alle ungefähr gleich groß, doch tritt öfters der Biotit in kleineren unregelmäßigen Fetzen auf. Die Begrenzung der Individuen ist ebenfalls annähernd gleich, Biotit und Quarz zeigen Tendenz zur Längsstreckung, der Feldspat zu etwas lesserer kristallographischer Ausbildung. Die Oberfläche ist mehr gezahnt und lappig als rundlich und ebenflächig. Im ganzen ein Bild, das sich noch am ehesten mit der von Grubenmann beschriebenen granoplastischen Struktur vergleichen läßt.

Als auffallendste Erscheinung aber und als weiteres Unterscheidungsmerkmal gegen den feinkörnigen Gneis ist das Vorkommen der als Mirmekit oder Quarzvermiculé benannten Durchwachsung von Quarz und Feldspat; es ist dies um so interessanter, als man bis jetzt geneigt war, sein Vorkommen als typisch für den Schapbachgneis anzunehmen. Ebenso bezeichnend dürfte für sie das Vorkommen von Albitschnüren im Orthoklas und eine eigenartige noch näher zu besprechende Verwachsung zweier Plagioklase sein; ich fand wenigstens beide Merkmale im feinkörnigen Gneise äußerst selten und dann nur ganz schwach angedeutet.

Als die charakteristischen Gemengteile dürfen für diese Gneise der Fahlunit und der Sillimanit gelten, wobei ersterer so häufig vorkommt, daß seine Anwesenheit nicht nur zur Abtrennung einer Unterabteilung zu verwerten war, sondern diese Unterabteilung auch noch den weitaus größten Teil aller Lagengneise in sich vereinigt. Er kommt dabei nicht in größeren Anhäufungen, sondern in kleineren aber weit verbreiteten Lagen vor. Anders der Sillimanit; in mikroskopischen Kriställchen fehlt er zwar beinahe in keinem Schliff, sonst tritt er aber weniger häufig, dafür in größeren Linsen als Fibrolith auf. Diese Fibrolithlinsen können über faustgroß werden und dabei da, wo sie häufiger auftreten, dem Ge-

stein ein eigentümliches Aussehen geben, zumal wenn die meist sehr stark abgeflachten Linsen sich mit ihrer breiten Fläche parallel zur Textur einordnen. Derartige Handstücke finden sich häufig in der Umgegend von Vöhrenbach.

Die Quarzknauern und die verschiedenen Einlagerungen konnte ich auch nur in diesen Gneisen besonders auffinden.

2. Genesis des Renschgneises.

Als richtigstes Ergebnis dieser Untersuchung des Renschgneises und seiner Arten trat hervor, daß tiefgehende Unterschiede den feinkörnigen Gneis einerseits von dem Lagen- und Fahlunitgneise andererseits trennten. Besonders springt ins Auge, daß diese drei Renschgneisarten keine gemeinsamen Merkmale besitzen, die eine sichere Abgrenzung des Renschgneises ermöglichen könnten. Ganz unsicher bleibt dadurch auch die Stellung der Grenzgneise. Sicher ist, daß, soweit sie überhaupt zum Renschgneis zu rechnen waren, an die Lagen- bzw. Fahlunitgneise anzureihen waren und nicht an den feinkörnigen Gneis, und daß in ihnen die Übergangsglieder vom Rensch- in den Schapbachgneis zu suchen sind, daß ferner dieser Übergang meist so langsam vonstatten geht, daß jede sichtbare Grenze fehlt, wodurch eine Zone entsteht, deren endgültige Abscheidung unmöglich ist. Der Habitus dieser Übergangsgesteine ist daher auch sehr wechselnd, je nachdem ein Gestein mehr dem Lagengneis oder dem Schapbachgneis sich nähert. Die Lagentextur findet sich nur noch teilweise entwickelt, an ihrer Stelle tritt die schuppig-fasrige oder die schuppig-körnige Textur, die Größe der Körner übertrifft im Durchschnitt die im Lagengneise und steht den im Schapbachgneise wenig mehr nach; der große Wechsel in den Strukturformen, wie er im Lagengneise vorkommt, fällt hier nicht mehr so auf, weil die an den Schapbachgneis erinnernde Struktur gegenüber den andern meist weit vorherrscht. Sillimanit und Fahlunit kommen nicht mehr so häufig vor und treten namentlich auch der Menge nach sehr zurück.

Zur Erklärung dieser Grenzgneise wurde von jeher eine innige Vermengung von Schapbach- und Renschgneis angenommen. Merk-

würdig war immerhin die außerordentliche Verbreitung dieser Gneise, die ich viel häufiger feststellen konnte, als nach den Aufnahmen der badischen Landesanstalt zu erwarten war.

Außer diesem mißlungenen Versuch einer Abgrenzung des Renchgneises stellte sich noch ein neuer Umstand ein, der der Annahme von einem einheitlichen Renchgneise starken Abbruch tat. Als einer der triftigsten Gründe für eine verschiedene Entstehung von Schapbach- und Renchgneis galt immer der Hinweis darauf, daß, bei einer gleichzeitigen Entstehung, wie sie für diese beiden Gneise nachgewiesen werden kann, aus ein und derselben Masse unmöglich zwei so verschiedene Gesteine entstehen können, und nun ließen sich im Renchgneise zwei Arten unterscheiden, von denen die eine sich mehr von der andern unterschied als vom Schapbachgneise, und beide konnten hinwiederum auf Grund verschiedener Merkmale Anspruch auf sedimentäre Entstehung erheben.

Erschwerend war noch der Umstand, daß es nicht gelingen wollte, die Lagerung in dem Verband dieser beiden Gneise untereinander und gegen den Schapbachgneis festzustellen.

Ich vermutete nun den Grund der Verschiedenheit von Lagengneis und feinkörnigem Gneise in der Verschiedenheit der Metamorphose. Es war dabei das Nächstliegende bei der großen Verbreitung der Lagengneise, an die zurzeit so viel angewandte Injektionsmetamorphose zu denken, zumal in dem bekannten Gneis von Furtwangen die Quarzfeldspatlagen durch ihre Größe und gewundenen Verlauf ganz den Charakter von Granitadern tragen und das ganze Gestein den bei Arbeiten über Injektionen als injiziert angeführten Stücken gleicht. Da also dieser Gneis die Injektionsmetamorphose, wenn sie überhaupt vorkam, am ehesten zeigen mußte, wendete ich mich zunächst einer eingehenden Untersuchung desselben zu.

a) Der Gneis von Furtwangen.

Die Bezeichnung der Gneis von Furtwangen könnte nun gleich die Vorstellung erwecken, daß dieser Gneis dort allgemein verbreitet wäre, dem ist nicht so; sein Vorkommen ist auf ein Gebiet

beschränkt, das nicht einmal 1 qkm groß ist. Am Bühlhof beginnend erstreckt es sich in nordwestlicher Richtung. Das Material muß man meist auf den Feldern zusammenlesen, da von den beiden Steinbrüchen, die in dieser Gegend liegen, nur einer spärliche Stücke liefert, während im andern ein ganz anderer Gneis ansteht, so daß dieser Gneis von Furtwangen auch der Tiefe nach nicht mächtig sein kann.

Vom Aussehen (Fig. 3, 5 und 6) ist er ein feinkörniger und feinstreifiger Gneis, der mit größeren Quarzfeldspatlagen abwechselt, diese sind nun öfters nicht mehr parallel zur Schieferung gelagert, sondern nehmen einen gewundenen Verlauf; im ganzen also ein etwas abnormer Lagengneis. Die größeren Quarzfeldspatlagen sind von einem dunklen Bande begleitet, so daß der Gneis in die beiden Teile zerlegt werden kann: in die feinkörnige und feinstreifige gleichmäßige Masse und in die größeren Lagen mit ihrem dunklen Rande.

Die Hauptgemengteile der ersteren Masse sind: Quarz, Feldspat und Biotit.

Der Quarz ist unregelmäßig begrenzt, teils zackig und lappig, teils mehr abgerundet, das letztere besonders dann, wenn er gestreckt erscheint, was hie und da der Fall ist. Er bildet gerne größere Anhäufungen und dürfte im Mengenverhältnis nach den Feldspat übertreffen.

Der herrschende Feldspat ist Kalifeldspat, ihm gegenüber tritt Plagioklas stark zurück. Die Korngröße des Feldspats übertrifft die des Quarzes wenig, nur einige Individuen erreichen eine von dem übrigen Gemenge sich abhebende Größe. Die Begrenzung ist nicht wie in einem Eruptivgestein, sie kann als willkürlich bezeichnet werden, da keine Tendenz gegen ein anderes Mineral eine bestimmte Begrenzung einzunehmen sich bemerkbar macht. Von der Längsstreckung, wie sie der Quarz stellenweise zeigt, ist bei ihm nichts zu entdecken. Die Zwillingsverwachsung ist wenig entwickelt. Mikroklin fehlt ganz, beim Orthoklas ist die Verwachsung nach dem Karlsbader Gesetze höchst selten und die sonst so allgemeine Lamellierung der Plagioklase auf ein Teil derselben beschränkt und dann oft nur andeutungsweise vorhanden. So fehlt

auch die perthitische und schriftgranitische Verwachsung und die Albitschnüre sind im Orthoklas nur spurenweise entwickelt. In vereinzelten Fällen kommt Mirmekit und die schon einmal erwähnte eigene Verwachsung zweier Plagioklase vor. Diese Art der Verwachsung¹⁾ kommt allem Anscheine nach in den kristallinen Schiefen gar nicht oder nur sehr selten vor, wie auch Becke in seiner ausführlichen Beschreibung der Feldspäte der kristallinen Schiefer dieselben nicht anführt.

Der Biotit ist gleichmäßig im Gestein verteilt; er zeigt dabei sehr geringe Neigung zu kristallographischer Begrenzung und tritt gerne in ganz unregelmäßigen Fetzen auf. Die Farbe ist dunkel, der Plechroismus ausgeprägt $a =$ hellgelb, b und $c =$ rotbraun. Er ist wider Erwarten noch sehr frisch. Akzessorische Gemengteile sind Zirkon, Granat, Apatit und Titanit. Sie kommen alle nur in geringeren Mengen vor.

Wie aus der Begrenzung der Mineralien schon hervorgeht, läßt sich eine Kristallisationsfolge der Hauptbestandteile nicht aufstellen, sie scheinen in dieser Beziehung gleichwertig zu sein. Andererseits kommt es nicht zu einer Sieb- und Pflasterstruktur, wie dann zu erwarten wäre, und die Parallelstellung und Längsstreckung der Gemengteile ist zu gering, um als Kristallisationsschieferung gedeutet werden zu können. Es ist die Struktur

1) In größeren Plagioklasen treten unter gekreuzten Nikols teils quadratische, teils rechteckige Stellen hervor, die eine von dem Grund-Plagioklas abweichende Auslöschung zeigen. Solche Stellen können sehr häufig sein; sie sind durchgängig konkordant den Zwillinglamellen gelagert, in dem immer die längere Seite der Richtung der Zwillinglamelle parallel verläuft. Dabei sind diese Stellen auf den Seiten, die parallel zu den Lamellen verlaufen, scharf gegen den Grund-Plagioklas abgegrenzt, während sie oben und unten oft allmählich in diesen übergehen. Die Stellen eines Individuums haben dieselbe Auslöschung. Auch bei gewöhnlichem Lichte sind sie erkennbar, da die Lichtbrechung dieser Stellen viel höher ist. Nach Lichtbrechung und Auslöschung gehört der Grund-Plagioklas zum Albit, der eingelagerte Plagioklas zum Andesin. Daß wir es bei dieser Verwachsung auch mit einem Unterschiede im Mineralgemenge zu tun haben, darauf weist schon die verschieden starke Verwitterung hin, sie ist an dem eingelagerten Plagioklas viel größer als im Grund-Plagioklas. Diese starke Verwitterung verhindert aber eine genaue Untersuchung.

des Renschgneises, die ich als eigene und selbständige bezeichnen möchte.

Die breiteren Lagen mit ihrem dunklen Rande bilden dazu einen großen Gegensatz. Während man im Handstücke versucht ist zu glauben, daß der dunkle Rand durch eine große Biotitanhäufung erzeugt wird, zeigt sich im Dünnschliffe, daß mindestens ebensoviel Quarz, ja sicher noch mehr daran beteiligt ist. Es kommt dies daher, daß bei der wasserklaren Beschaffenheit des Quarzes auch der tieferliegende Biotit noch sichtbar wird und so eine scheinbar lückenlos zusammenhängende Masse bildet. Feldspat kommt in den typischen Stellen dieses Bandes, das ist in dem unmittelbar an die Lagen angrenzenden Teile, nicht vor, sondern stellt sich erst da ein, wo ein allmählicher Übergang in den vorher besprochenen Gneis stattfindet; dagegen scheinen die akzessorischen Gemengteile nicht oft, aber doch überall in dem Bande vorzukommen. Sie sind aber ohne jeden Einfluß auf die Struktur des Bandes, die sich aus dem Auftreten des Quarz-Biotit-Gemenges vollständig ergibt. Quarz und Biotit sind dabei ganz unregelmäßig begrenzt und das fleckige Auftreten des Biotits kommt hier noch mehr zur Geltung. Beim Quarz ist Längsstreckung sehr häufig, weniger aber beim Biotit. Dieser tritt hier und da als Einschluß im Quarz auf; es ist aber trotzdem eine gleichzeitige Entstehung von Quarz und Biotit nicht zu verkennen. Die Struktur kommt demnach der als Kristallisationschieferung bezeichneten nahe, wenn sie auch nicht ganz mit ihr übereinstimmt, da an einigen Stellen die Parallelstellung der Gemengteile manches zu wünschen übrig läßt. Dem Mengenverhältnis nach überwiegt der Quarz und bildet dabei scheinbar ebenso große Individuen, wie sie sich außerhalb des Bandes im Gneise vorfinden; unter gekreuzten Nikols lösen sich diese Individuen in eine Anzahl kleinerer Körner auf, eine Erscheinung, die, wie auch die stellenweise stärkere und unlöse Auslöschung, auf eine intensivere Pressung des Bandes bzw. einzelner Teile des Bandes hinweist. Die Längsstreckung und Parallelstellung von Quarz und Biotit stimmt mit der Parallelstruktur des Gneises überein, während die Quarz-Feldspat-Lagen öfters in diskordanter Stellung dazu auftreten können. Es können

dabei die Parallelrichtung der Gemengteile des Bandes und der Verlauf der Lagen in fast senkrechter Stellung zueinander erscheinen. Immer ist dieser Gegensatz aber nicht zu beobachten, indem die Gemengteile des Bandes ebenfalls die diskordante Stellung in Anlehnung an die Lagen einnehmen. Letzterer Fall ist dann deutlich, wenn die Parallelrichtung des Gneises durch die diskordante Stellung der Lagen sich nicht ändert (Fig. 6), ersterer wenn auch sie einen den Lagen ähnlichen gewundenen Verlauf nimmt. Die beiden Fälle können allmählich ineinander übergehen, an einzelnen Stellen entsteht dann überhaupt nur noch ein wirres Durcheinander im Bande. Die Breite des Bandes ist sehr wechselnd, indem es da, wo es mit den Lagen die starken Windungen aufweist, einmal breiter dann wieder schmaler wird.

Die Hauptgemengteile der Lagen sind Feldspat und Quarz, jedoch überwiegt der Feldspat so stark den Quarz, daß dieser nicht bloß relativ, sondern auch absolut weniger ist als im Bande.

Der Feldspat ist teils Orthoklas, teils Plagioklas, Mikroklin ist auch hier nicht vorhanden. Das Überwiegen des Orthoklases über dem Plagioklas wie im Gneise tritt nicht mehr so zutage. Der Orthoklas bildet die größten Individuen, seine Begrenzung ist mehr ebenflächiger als im Gneise, zeigt aber wenig Neigung zu regelmäßigen Formen. Zwillingsverwachsung nach dem Karlsbader Gesetz ist sehr selten, granophyrische und schriftgranitische Verwachsung nicht vorhanden. Häufig sind Albitschnüre, die dabei jene unregelmäßigen Linien aufweisen, wie sie Becke als ein für die kristallinen Schiefer bezeichnendes Merkmal beschrieben hat. Der Plagioklas steht an Größe dem Orthoklas ein wenig nach und zeichnet sich von ihm durch seine gute kristalline Begrenzung aus, doch sind idiomorphe Kristalle sehr selten. Die Plagioklase sind zwillingsgestreift, dabei kommt auch die fleckige Ausbildung statt der lamellenartigen vor. Noch besser als im Gneise findet sich die schon beschriebene Verwachsung zweier Plagioklase. Eine häufige Erscheinung ist auch Quarz vermiculé.

In geringen Mengen ist Quarz vorhanden und er zeigt am wenigsten eine kristallographische Begrenzung, tritt dagegen häufig

als Zwischenklemmungsmasse auf, woraus seine spätere Auskristallisation als sicher zu entnehmen ist. Undulöse Auslöschung und Auflösung größerer Körner äußert sich in ungefähr gleichem Maße wie im Bande.

Als Nebengemengteile kommen noch vor: Biotit, Muskovit, Granat, Apatit, Titanit, Zirkon und Eisenerze, sie alle sind nur in ganz geringen Mengen vorhanden. Dagegen tritt einmal in ganz überraschender Weise Sillimanit auf. Während in den andern Schliffen nirgends, weder im Gneis noch in den Lagen, eine Spur von ihm zu entdecken ist, ist er hier haufenweise in ihnen zu finden, und zwar meist als Fibrolith. Zugleich mit ihm kommen noch kleine Mengen von Andalusit vor, und mehrmals ist dabei der Übergang von Andalusit in Sillimanit zu beobachten. Auch sonst zeigt der Schliff noch einige Merkwürdigkeiten. In den Lagen ist Quarz sehr stark vertreten, Orthoklas ist beinahe der einzige Feldspat und enthält ausnahmsweise viele Albitschnüre; im Bande und im Gneise ist Granat häufig.

Die Struktur der Lagen hat eruptiven Charakter, da eine Reihenfolge in der Auskristallisation der einzelnen Gemengteile zu konstatieren ist; die Reihenfolge ist Plagioklas-Orthoklas-Quarz, also wie in einem Granit, nur etwas weniger ausgeprägt.

Die Individuen sind durchweg größer als im Gneise und im Bande, und die Größe scheint dabei immer mit der Verbreiterung der Lagen zu wachsen, mit einer Verschmälerung zu sinken.

Am besten ist die Genesis der Lagen ausgeprägt, die sicher eruptiven Ursprungs sind. Denn nicht nur daß ihre Struktur und ihr Mineralgehalt dafür spricht, sondern ihr außerordentlich schön zu beobachtender Zusammenhang und Übergang in größere Gänge, die nun den ganzen Komplex in beliebiger Richtung durchsetzen, machen dies zur sicheren Tatsache. (Fig. 7 und 12).

Eine nähere Beschreibung bedürfen die Verbandsverhältnisse und die Beziehungen dieser drei so verschiedenen Ausbildungsformen des Gneises. Es zeigt sich dabei gleich, daß sie nicht immer scharf gegeneinander abzugrenzen sind. Denn einerseits habe ich schon erwähnt, daß zwischen dem dunkeln Bande und dem Gneise ein allmählicher Übergang stattfindet; andererseits

können die Lagen samt ihrem Bande sich langsam auskeilen, wobei die Körner in den Lagen immer mehr denen im Gneise gleichkommen und das Band immer schmaler wird, bis sie nicht mehr weiter in den Gneis hinein verfolgt werden können, der ja selber auch feinstreifig ist. Dabei verschwindet das Band auch noch vor dem Aufhören der Lagen. Sonst ist aber das Band ein ständiger Begleiter der Lagen und sein Entstehen zweifellos durch die Lagen bedingt, da es die Lagen auch auf ihren gewundesten Wegen begleitet und seine Größe in gleicher Weise mit der der Lagen ab- und zunimmt. Trotzdem scheint es mehr zum Gneis als zu den Lagen zu gehören. Denn während es in diesen immer allmählich übergeht, setzt es gegen letztere, gerade bei seiner besten Ausbildung, durch die so völlig entgegengesetzte Struktur und die Verschiedenheit des Mineralgemenges sehr scharf ab. Dabei zeigt sich, daß die Gemengteile der Lagen gegen das Band hin eine gleich gute Kristallbegrenzung zeigen wie unter sich, und sich in keiner Weise nach der Ausbildung des Biotits und Quarzes im Bande richten, wie vollständig idiomorphe Feldspäte beweisen, während jene, sobald sie an die Lagen stoßen, unmittelbar abbrechen. Tritt eine Krümmung der Lagen ein, so tritt die von Sauer schon angeführte Erscheinung ein, daß der Gneis dabei diese Krümmung nicht mitmacht (Fig. 5, 6). Auch ist anzuführen, daß an Stellen stärkster Krümmung die durch die undulöse Auslöschung und den teilweisen Zerfall des Quarzes sich äußernden Pressungserscheinungen nicht stärker sind als da, wo die Lagen parallel zum Gneis gelagert sind.

Daraus läßt sich folgendes über den Gneis und die Lage sagen: Eine große Übereinstimmung zwischen Gneis und Lagen scheint durch die ähnlichen chemischen Verhältnisse gegeben, indem in beiden Mirmekit und die Plagioklasverwachsung auftrat. Mikroklin, granophyrische und schriftgranitische Verwachsung fehlte, die Gemengteile abgesehen vom Biotit übereinstimmten und die manchmal großen strukturellen Unterschiede doch wieder bei Kleinerwerden der Lagen verschwanden. Aus dem Verband von Band und Lagen ist zu ersehen, daß die Auskristallisation der Lagen vor der des Bandes vollendet sein mußte. Die

drei Strukturformen lassen sich in die schon beschriebenen einreihen, indem die Lagen die schapbachgneisähnliche Struktur des Lagengneises wiederholen, das Band die des feinkörnigen Gneises, der Gneis die als eigene und selbständige beschriebene des Lagengneises. Auffallend ist dabei die Reihenfolge in ihrem Auftreten, indem die beiden Strukturformen des Lagengneises durch die des feinkörnigen Gneises getrennt werden, während die Struktur des Gneises doch eine Art von Mittelding zwischen der der Lagen und der des Bandes darstellt, wie sich auch aus dem allmählichen Übergang vom Gneise in das Band und in die Lagen und im scharfen Gegensatz zwischen Band und Lagen vermuten läßt.

Zur Erklärung dieser Verhältnisse ist die Injektionshypothese, so wie ihr Auftreten und ihre Wirkung beschrieben wird, das Nächstliegende. Im Sinne der Injektionshypothese kann man im Gneis von Furtwangen die gewundenen Lagen als gefaltete Gänge, das Band als kontaktmetamorphe Veränderung des Gneises und zuletzt diesen noch durch Injektion einer Quarz-Feldspat-Masse entstanden auffassen.

Es fragt sich nun, wieweit damit die schon besprochenen Verhältnisse dieses Gneises übereinstimmen.

Man muß in zeitlicher Folge drei Möglichkeiten auseinanderhalten: hat die Injektion vor, zugleich oder nach der Umkristallisation des Sedimentes stattgefunden? Man kommt dabei zu dem Resultate, daß die Entstehung dieser Gänge zu einer Zeit erfolgte, als das Sediment metamorphosiert wurde. Denn wäre ihre Auskristallisation vorher erfolgt, so müßten durch den später einsetzenden Druck, der zur Parallelstellung und Metamorphose des Gneises beitrug, die Gänge Pressungserscheinungen zeigen, die sie merklich von dem Gneise unterscheiden müßten, oder es wäre eine völlige Umkristallisation eingetreten, die aber dann die strukturellen Unterschiede, vor allem die Kristallisationsfolge hätte verwischen müssen. Eine nachträgliche Entstehung ist aber deshalb ausgeschlossen, weil der Gneis die Faltung der Lagen nicht mitmacht. Eine gleichzeitige Entstehung von Lagen und Gneis ist ja auch die Grundbedingung für die Anwendung der Injektionsmetamorphose.

Unterstützt wird sie am meisten durch die Anwesenheit des Bandes, das im Handstücke ja beinahe als reine Biotitanhäufung erscheint. Die Biotitanhäufung wird dabei als kontaktmetamorphe Bildung aufgefaßt, da sie eine der Hauptmerkmale der Hornfelse darstellt. Dennoch spricht hier vieles gegen die Auffassung, daß das Band eine kontaktmetamorphe Veränderung des Gneises ist. Ich mache darauf aufmerksam, daß das Band in Wirklichkeit mehr Quarz als Biotit enthält und so im Bande viel mehr Quarz als im Gneise vorhanden ist. Man müßte demnach auch von einer großen Quarzanreicherung sprechen, was man aber hier durch Kontaktmetamorphose nicht leicht erklären kann. Aber selbst wenn dies auch zuträfe, so bliebe immer noch das völlige Fehlen von Feldspat unerklärlich, zumal die Nebengemengteile im Band wie im Gneise miteinander übereinstimmen. Dieses Verschwinden des Feldspates wäre besonders da undenkbar, wo der Gang durch sehr starke Faltung einen feinen Streifen des Gneises direkt einschließt (Fig. 6). Es zeigt sich da in den meisten Fällen, daß der Streifen ein Stück des Bandes darstellt und gar keinen Feldspat enthält. Dabei bemerke ich, daß die Faltungen schon vor der Auskristallisation stattgefunden haben, wie an dem immer gleichbleibenden Grade einer gewissen Druckwirkung zu erkennen ist. So wäre es wirklich den Tatsachen widersprechend, in dem Bande einen kontaktmetamorph veränderten Gneis zu sehen.

Auch stimmt nun diese Zusammensetzung des Bandes nicht mit der gewöhnlichen Auffassung von der Injektionshypothese überein, die den Gneis durch ein Einpressen einer Quarz-Feldspat-Masse in einen Schiefer entstanden erklärt; denn es zeigt sich hier, daß die größeren Gänge, von denen die Injektion doch ausgehen mußte, sich gegen den Gneis, die injizierte Masse, durch eine feldspatfreie Hülle geradezu abkapseln und der Feldspat immer erst in einiger Entfernung vom Gange auftaucht; dabei wird diese Hülle immer breiter, je breiter auch der Gang wird, je mehr Material also hätte zugeführt werden können, wobei dann zu erwarten gewesen wäre, daß gerade die nächste Umgebung der Gänge am feldspatreichsten wäre und in weiterer Entfernung von den Gängen der Feldspatgehalt zurückgehe. So muß man auch eine Feld-

spatisierung des Gneises durch diese Gänge für ausgeschlossen erklären.

Ich habe bis jetzt immer eine Injektion durch das Magna selbst im Auge gehabt; es könnte die Injektion nun auch auf pneumatolitischen Wege stattgefunden haben. Aber abgesehen davon, daß die Gänge an und für sich schon nur geringe Einwirkung auf den Gneis haben ausüben können, zeigen sie selbst auch gar nichts, was für eine pneumatolitische Entstehung sprechen würde: pegmatitische Verwachsung, Drusen mit guter Kristallausbildung, Mineralien wie Topas; Turmalin wurde nie beobachtet. Dagegen fand sich ja einmal Sillimanit, ein Mineral, das auf pneumatolitischen Wege überhaupt nicht entstehen kann.

Es läßt sich soviel sicher sagen, daß der Gneis nicht durch eine durch die Gänge bewirkte Injektion entstanden ist, daß ferner das Band keine kontaktmetamorphe Veränderung des Gneises sein kann, während der eruptive Charakter der Gänge deutlich hervortritt.

Sauer hat bei seiner kurzen Behandlung dieses Gneises ebenfalls erkannt, daß diese eigenartigen Verhältnisse des Furtwanger Gneises durch Annahme einer Injektion sich nicht erklären lassen, und er suchte durch Annahme der sedimentären Herkunft auch der Gänge eine genügende Erklärung zu finden. Er schreibt:

„Auf den ersten Augenblick glaubt man einen der viel beschriebenen gefalteten Gänge vor sich zu haben; einem solchen widerspricht aber das Fehlen jeder Faltung im Gneis, das Fehlen jeder Pressung im Gange, das Vorhandensein des dunklen biotitreichen Hofes, der vollkommen genau allen Ein- und Ausbuchtungen der hellen Quarzfeldspathlage folgt. Wenn aber eine Gangbildung ausgeschlossen ist, dann dürfte folgende Deutung naheliegen: In einem alten, aus tonigen und tonigsandigen Lagen bestehenden Sediment erfolgte vor oder bei der Metamorphose eine Zusammenfaltung, die Metamorphose selbst einerseits in den tonigen Lagen unter Bildung von Feldspat, Quarz und Glimmer, andererseits in kieseisäurereichen, sandigen, schwachtonigen Lagen unter Bildung von Feldspat neben Quarz, womit zugleich unter Volumvermehrung an der unmittelbaren Grenze dieser gegen jene eine Aufsaugung der kalihaltigen Substanzen bei Bildung des Feldspats verbunden war, daher das Fehlen des Feldspats und reichlichere Ausscheidung von Glimmer.“ (A. Sauer, Das alte Grundgebirge Deutschlands.)

Diese Annahme war unter den gegebenen Verhältnissen wohl geeignet, besonders die schwierigsten Momente, die offensichtliche Verwandtschaft von Gang und Gneis und das Entstehen des Bandes auf einfache und mögliche Weise zu erklären, doch sind immer noch einige Punkte vorhanden, die auch durch sie nicht zu verstehen waren. So blieb immer noch ein Rätsel, warum bei einer übereinstimmenden Entstehung die Strukturen von Gang und Band so verschieden waren, und die Herleitung der Gänge von kieselsäurereichen sandigen Lagen gab zu neuen Erwägungen Anlaß. Diese Gänge sind nicht immer sehr breit, sondern nehmen gerne allmählich ab, bis sie ganz dünn werden. In gleichem Maße geht die Korngröße und die Breite des Bandes zurück und die Struktur nähert sich immer mehr der des Gneises; es würde dies einem Kleinerwerden der kieselsäurereichen sandigen Lagen entsprechen, ohne daß sie aber im Gneis ganz verschwinden, denn diese dünnen Lagen geben dem Gneise gerade sein bekanntes feinstreifiges Aussehen. Es ist nun kein Grund vorhanden, für diese kleineren, weniger ausgeprägten Gänge eine andere Entstehungsart anzunehmen, sondern wir müssen auch sie auf einen gleichen chemischen Unterschied im Sediment zurückführen. Diese dünnen Lagen bilden nun in der Hauptsache den Gneis, und auf sie trifft zu, daß während die größeren Gänge die größten Faltungen aufweisen, sie völlig ungestört gelagert sein können, oder wenn der Gneis etwas gepreßt und gefaltet erscheint, sie sich wie dieser verhalten.

So scheint der Unterschied zwischen Gang und Gneis eher in der zeitlichen Verschiedenheit ihrer Entstehung als in einem chemischen Unterschied im Ausgangsmaterial zu liegen. Diese zeitliche Verschiedenheit, wie sie auch von Sauer angenommen wurde, läßt sich als sicher nachweisen, ebenso einigermaßen genau die Reihenfolge. Vergewenwärtigen wir uns noch einmal die einzelnen Verhältnisse. Wir sehen einen gefalteten Gang in einem ungefalteten Gneis; die Folge, die Faltung des Ganges, muß vor der Paralleltextur des Gneises und ehe er kristallin wurde, stattgefunden haben. Die gleiche Pressung im Gang und Gneis zeigt dabei an, daß der Gang bei seiner Faltung ebenfalls noch nicht kristallin

gewesen sein kann. Wenn dabei an andern Stellen noch zu sehen ist, daß die Gemengteile des Gneises im allgemeinen, besonders aber die dünnen Lagen, die Faltungen des Ganges teilweise mitmachen, die einzelnen Gemengteile, besonders der Biotit des Bandes, die Parallelstellung noch aufweist, so ist daraus zu erkennen, daß die Entstehung bzw. die Auskristallisation von Gang und Gneis einen zusammenhängenden Vorgang darstellen, wobei das erstere dem zweiten zeitlich etwas vorangeht. Die Hauptsache ist dabei, daß die Entstehung der Gänge während der Metamorphose des Gneises zu suchen ist.

Abgesehen von diesen größeren Gängen, die in ihrer ausgeprägten Form beinahe ausschließlich auf dieses kleine Gebiet bei Furtwangen beschränkt sind, ist das Bestreben, Quarzfeldspatlagen zu bilden, im Renschgneise sehr verbreitet, und überall ist die gleiche Wahrnehmung zu machen, daß die Lagen, abgesehen von Stellen offensichtlicher Faltung, parallel der Schieferung verlaufen. Wie nun für den Furtwanger Gneis festgestellt wurde, daß diese feinen Lagen nicht durch Injektion seitens der größeren Gänge entstanden sein können, ist mit dieser weiten Verbreitung der Lagengneise die Annahme einer solchen Entstehung der Lagentextur noch unwahrscheinlicher.

So können diese Furtwanger Gneise, so wahrscheinlich es fürs erste schien, zur Erklärung der Entstehung des Renschgneises nicht dienen. Ganz anders verhält es sich dabei mit einem andern Aufschlusse, der in nicht allzuweiter Entfernung davon ganz ähnliche Verhältnisse, nur noch in verwickelterer Lagerungsform, aber in einem schönen Zusammenhange, aufweist. Dieser Steinbruch befindet sich in dem Kilpental, an der alten Kilpenstraße, kurz ehe sie in das Simonswälder Tal ausmündet.

b) Der Gneis vom Kilpental.

Das Gestein wird von zwei völlig verschiedenen Gneisen gebildet, die in engem Verbande miteinander auftreten. Es ist dies ein dunkler, schwarzer, feinkörniger, lagenfreier Gneis, dem man seine Zugehörigkeit zum feinkörnigen Gneis sofort ansieht und ein durch das Fehlen von Biotit ganz

heller, grobkörniger Gneis, der den großen Quarzfeldspatlagen des Furtwanger Gneises ähnelt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt denn auch, daß der dunkle Gneis ein typischer, feinkörniger Gneis ist (Fig. 2). Seine Struktur steht zwischen Hornfelsstruktur und Kristallisations-schieferung; ohne Lagenentwicklung sind die Gemengteile alle parallel angeordnet und ganz regelmäßig vermengt, es fehlt Fahlnit und Fibrolith.

Der helle Gneis ist teilweise sehr quarzreich und die Längsstreckung der Quarze erwirkt eine gute Parallelstruktur. Der Gneis ist dabei stark kataklastisch, wobei die Zertrümmerung beim Quarz bis zur Mörtelstruktur gehen kann. Der Orthoklas ist der häufigste Feldspat, er kommt beinahe nie ohne Albitschnüre vor und weist häufig am Rande eine Entmischungszone auf. Die kleineren Plagioklaskörner haben eine noch einigermaßen gute kristallographische Begrenzung, Zwillinglamellen und Mirmekit fehlen nicht, ebenso die im Furtwanger Gneis so häufige Verwachsung eines albitischen und Andesin-Plagioklases, dagegen ebenfalls perthitische und schristgranitische Verwachsung. Der Habitus dieses Gneises erinnert stark an einen Granulit, doch fehlt Granat vollständig; sonst läßt alles auf eruptiven Charakter schließen.

Dies findet seine Bestätigung in den Verbandsverhältnissen und dem Auftreten mit dem feinkörnigen Gneise. Während sich die Grenze zwischen beiden oft haarscharf ziehen läßt, hat dabei der helle Gneis teils regelmäßige (Fig. 8), teils unregelmäßige (Fig. 9) Fetzen des dunklen Gneises eingeschlossen, wobei auch diese Fetzen sich scharf von dem hellen Gneise abheben. Es ist dasselbe Bild, das so oft Teile ihres Nebengesteins einschließende Ganggesteine bieten und sich nur dadurch erklären läßt, wenn man den einen Teil als flüssig, den andern als fest annimmt. So ist der helle Gneis ein Schapbachgneis, und für den dunklen Gneis bleibt nur übrig, ihn nach Maßgabe seiner Struktur als sicheren Sedimentgneis anzusprechen und damit auch den feinkörnigen Gneis überhaupt.

Es ist dies eines der besten mir bekannt gewordenen Beispiele, daß sich ein Sedimentgneis nicht bloß nach seinem Mineralgemenge und seiner Struktur, sondern gleich-

zeitig durch seine Verbandsverhältnisse mit dem Eruptivgneise in deutlichster Weise und mit vollkommener Gegensätzlichkeit gegen diesen als ein prinzipiell abweichendes Gneisgestein zu erkennen gab und dabei, wie schon bemerkt, seine Herkunft als metamorphes Sediment deutlich zum Ausdruck brachte.

Bei näherer Betrachtung ließen sich aber noch weitere überraschendere Beziehungen erkennen, auf die ich jetzt eingehen will.

Der Rand des dunklen Gneises, besonders aber die eingeschlossenen Stücke zeigen gegen den hellen Gneis eine grünliche Beschaffenheit, und ganz kleine eingeschlossene Brocken haben überhaupt statt des dunklen, ein grünliches Aussehen (Fig. 9). Es erinnert dies sofort an die Fahlnitführung des Lagengneises. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt dies nun auch. Es zeigt sich dabei, daß der dunkle Gneis, solange er seine typische Ausbildung bewahrt, auch in nächster Nähe des hellen Gneises keinen Fahlnit führt und da wo makroskopisch am dunklen Gneis gegen den hellen hin ein grüner Rand zu beobachten ist, der diesen bildenden Fahlnit nicht mehr zum dunklen Gneis gerechnet werden darf, sondern eine Art Resorptionszone gegen den hellen Gneis darstellt. Ebenso lassen die kleineren, im hellen Gneise schwimmenden Brocken, vor allem die, die vollständig grün aussehen, von der ehemaligen Struktur nichts mehr erkennen und bilden, wenn sie auch makroskopisch noch zusammenzuhängen scheinen, in Wirklichkeit eine im hellen Gneis aufgelöste Masse.

Größere Bruchstücke dagegen haben im Innern ihre Struktur bewahrt und führen da auch keinen Fahlnit.

Da wo der dunkle Gneis gewissermaßen als aufgelöste Masse erscheint, finden wir den Fahlnit im Innern so gut wie am Rande. Ganz genau wie der Fahlnit erscheint auch der Sillimanit, dabei meist in Gestalt des Fibrolith. Wie er im dunklen Gneise und in dem keine Einschlüsse aufweisenden hellen Gneise fehlt, tritt er an der Grenze von dunklem und hellem Gneise in der Zone des Fahlnits, also in der Resorptionszone auf, im Innern der aufgelösten Massen und dann auch, was beim Fahlnit selten zu beobachten ist, im hellen Gneise in unmittelbarer Nähe solcher Ein-

schlüsse. In letzterem Falle weist aber sein Vorkommen in Fibrolithform, in büschelförmigen Anhäufungen im Feldspat und die Beobachtung, daß er in größerer Entfernung von Einschlüssen im hellen Gneise nicht mehr vorkommt, so sehr auf eine Übereinstimmung mit dem in der Resorptionszone selbst vorkommenden Sillimanit hin, daß man ihn unbedingt mit den Einschlüssen in Zusammenhang bringen muß und nicht als Bestandteil des hellen Gneises auffassen darf. Es ist dies deshalb wichtig, weil es sich ereignen kann, daß man in einem Schliff weder vom dunklen Gneise noch von einem Einschlusse etwas sieht, dafür im hellen Gneise, im Schapbachgneise, Büschel von Sillimanit findet. Nach den geschilderten Erfahrungen wäre es aber in einem solchen Falle unrichtig, den Sillimanit als einen Bestandteil des hellen Gneises aufzufassen.

Da wo der ganze veränderte Einschuß ein grünes Aussehen hat, haben die Fahlnite ganz gute kristallographische Begrenzung und bilden dabei sehr große Individuen, wie auch der ihn allein begleitende Quarz. In den andern aufgelösten Einschlüssen bewirkt der Biotit die an den dunklen Gneis noch erinnernde Farbe. Es treten dabei Strukturverhältnisse auf, die, wie schon erwähnt, dem des dunklen Gneises nicht mehr gleichen, auch nicht den bei Auftreten von Fahlnit und Quarz entstehenden, dagegen sich vollständig mit den des Fahlnitgneises decken. Hier findet sich wieder dieser Wechsel in der Ausbildung der Struktur, die, während sie hier noch an die des feinkörnigen Gneises sich anlehnt, gleich daneben schapbachgneisähnliche Ausbildung haben kann und anderswo wieder an die des Furtwanger Gneises erinnert. Dazu tritt die wechselnde Korngröße und das Auftreten einer Lagentextur.

Diese Verbandsverhältnisse und die eigenartige petrographische Zusammensetzung weisen darauf hin, daß diese Einschlüsse durch Einschmelzung entstanden zu denken sind, die der dunkle Gneis als Einschlußmasse von seiten des hellen Gneises erlitt. Es stellen dabei Fahlnit und Sillimanit die in chemischer Hinsicht vorgangenen kontakt- bzw. einschmelzmetamorphen Veränderungen des dunklen Gneises dar, dabei ist die Feststellung sehr wichtig, daß

die beiden Mineralgemenge nur am äußersten Rand des dunklen Gneises, am häufigsten aber in den aufgelösten Teilen entstehen. Es zeigt sich damit, daß die kontaktmetamorphe Einwirkung von Eruptivgneis auf Sedimentgneis bzw. auf ein Sediment, was die Entstehung von Fahlunit und Sillimanit betrifft, außerordentlich gering ist, solange keine Einschmelzungen stattfinden.

Außer dieser Einschmelzung unregelmäßiger Brocken lassen sich aber noch eine ganze Reihe anderer beobachten, von denen besonders die lagenweise Einschmelzung von allergrößter Bedeutung ist. Es schiebt sich dieser Lagengneis zwischen hellem und dunklem Gneise ein; es wechseln in der Hauptsache Lagen von Quarz und Feldspat mit Lagen von Quarzbiotit und wenig Feldspat. Einesteils überwiegen dabei die Quarzfeldspatlagen bedeutend, so daß der Lagengneis ebenfalls ein helles Aussehen besitzt (Fig. 9). Es stellen sich dabei im hellen Gneise zuerst einige Biotitblättchen ein, die dann, je mehr man sich dem dunklen Gneise nähert, häufiger werden und dann in bestimmten Lagen auftreten. In nächster Nähe des dunklen Gneises können diese Lagen ihm dann sehr ähneln. Andernteils können diese eingeschmolzenen Lagen auch mächtiger sein, so daß gleich breite helle und dunkle Lagen entstehen (Fig. 10). Ein solches Gestein gleicht dann völlig dem Lagengneise des Renschgneises, indem hier dieser Wechsel in Mineralgemenge, in der Struktur, in der Korngröße auftritt und die dunklen Lagen viel Fahlunit und Sillimanit führen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß nun die dunklen Lagen keineswegs das reine Sediment bzw. eine Sedimentgneislage mehr darstellen, sondern daß sie von dem Eruptivmaterial durchtränkt sind, so daß die hellen Lagen dem reinen Eruptivgneis entsprechen, die dunklen Lagen aber einer im Sedimentmaterial aufgelösten Sedimentlage. Diese lagenweise Anordnung kam wohl dadurch zustande, daß die Einschmelzung lagenweise vonstatten ging, wie sich auch öfters noch beobachten läßt, indem die letzte Lage, also die dem dunklen Gneis am nächsten kommende, oft schon im hellen Gneise eine Lage bildet, in ihrem weiteren Verlaufe aber sich noch im festen Zusammenhange mit dem dunklen Gneise befindet.

Von den Quarzfeldspatlagen, also den zum hellen Gneise gehörenden Lagen, haben die breiten ein mit den breiten Gängen des Furtwanger Gneises übereinstimmendes Aussehen: Orthoklas tritt mehr zurück, Quarz ist nur wenig vorhanden, die einzelnen Individuen, besonders die Feldspäte sind sehr groß, die Kristallisationsfolge Plagioklas-Orthoklas-Quarz ist sehr ausgeprägt, Mikroklin, schriftgranitische und perthitische Verwachsung fehlen, Mirmekit, die andesin-albitische Plagioklasverwachsung und Orthoklas mit Albitschnüren sind vorhanden. Werden die Lagen dünner, so werden auch die Individuen kleiner und die Kristallisationsfolge tritt weniger deutlich hervor. Die gleiche Erscheinung tritt bei Annäherung an die biotithaltigen Lagen ein, wobei dann noch hie und da durch häufigeres Vorkommen von rundlichen Quarzkörnern eine Art von Pflasterstruktur entstehen kann.

In den die Einschmelzungen enthaltenden Lagen sind die Strukturverhältnisse sehr verschieden und es zeigen sich diese Unterschiede von der Größe der Einschmelzung abhängig. Da wo diese nur durch einige Biotitblättchen angedeutet ist, scheint wohl die den Quarzfeldspatlagen eigene ruhige Entwicklung etwas gestört zu sein, indem die Biotitblättchen den Feldspat in seiner Entwicklung hemmen oder ihn willkürlich durchsetzen. Das Ganze macht aber immer noch den Eindruck eines gewöhnlichen biotitführenden Schapbachgneises. Abweichender werden schon die Verhältnisse, wenn die Einschmelzungen mehr Material umfassen und dabei der Quarz häufiger wird. Die Korngröße und die kristallographische Ausbildung des Feldspates nimmt dabei schon merklich ab, und es fällt schwer, die Schapbachgneisstruktur zu erkennen. Die Struktur dieser Lagen ist nur noch aus dem Lagengneis bekannt und an einigen Stellen läßt sich ein Vergleich mit der des Furtwanger Gneises ziehen. Die Größe der Einschmelzungen kann nun so weit gehen, daß manchmal die Gemeugteile, wenn auch immer nur wenige, ihren Zusammenhang noch bewahren; es findet dies gewöhnlich nur zwischen Quarz und Biotit statt. Die dabei entstehende Struktur ist nun sehr scharf von der des hellen Gneises zu trennen, sie gleicht der des Bandes, das die Gänge des Furtwanger Gneises begleitet. Bei anderen größeren

Einschmelzungen ist von einem sicheren Zusammenhange dann wieder nichts zu sehen, dafür tritt in diesen Lagen und auch nur in ihnen Fahlnit und Fibrolith in ihrer bereits beschriebenen typischen Ausbildung auf. Das Auftreten dieser beiden Mineralgemenge bestätigt die Richtigkeit der bisher vertretenen Auffassung von der Entstehung der dunklen Lagen. Die Strukturform ist die des Fahlnitgneises.

Eine weitere Art der Vermischung von hellem und dunklem Gneise führt zur Entstehung von porphyrtartigem Gneise, indem die Lagen, was ihre Breite anbetrifft, weniger regelmäßig sind und besonders der helle Gneis in abwechselnd dünnen Lagen und linsenförmigen Anschwellungen auftritt. Es treten aber dieselben Strukturbilder auf, wie bei der lagenweisen Vermischung. Diese Abweichung von der regelmäßigen Lagentextur kann nun so weit gehen, daß die Lagen in einzelne zusammenhanglose Fetzen zerlegt werden, und so entsteht zumal bei schnellem Wechsel von hellen und dunklen Partien eine Gneisart, der man, würde man sie allein antreffen, unmöglich mehr ihre Entstehung aus zwei so verschiedenen Gesteinen ansehen würde, sondern sie für ein einheitliches Gestein und des Fahlnit- und Fibrolithgehaltes wegen für einen Sedimentgneis halten.

So lassen sich hier nicht zu schwer die Veränderungen verfolgen, die durch die teils mehr oder weniger umfangreiche Einschmelzung und Auflösung von Sedimentmaterial im Eruptivgneise hervorgerufen werden. Da sich diese Veränderungen von der Größe der Resorption abhängig zeigen, so kann man eine Reihenfolge aufstellen, die mit geringer Resorption und damit nur kleinen Strukturveränderungen beginnend mit Größerwerden der Resorption zu immer abweichenderen Strukturen führt. Es ist bei diesen Einschmelzungen und Auflösungen auffallend, daß schon geringe Mengen den Eruptivgneis nicht bloß mikroskopisch, nein hauptsächlich makroskopisch so stark verändern, daß er unmöglich mehr an solchen Stellen als das, was er ist, erkannt werden kann. So habe ich die größeren Einschmelzungen makroskopisch als unveränderte Brocken des dunklen Gneises angesehen, bis im Dünnschliffe offenbar wurde, daß an den aufgelösten Stellen die

größere Masse zum hellen Gneise zu rechnen war, und die Zone, in der die Menge des aufgelösten Materials die des auflösenden übertraf, sehr gering entwickelt war, statt ihr aber sich meist sofort der unveränderte dunkle Gneis einstellte.

Es wäre nun noch ein Blick auf die auffallenden Pressungserscheinungen zu werfen, die diese beiden Gneise aufweisen. Dadurch, daß im hellen Gneise sich Lagen vom dunklen Gneise befinden, läßt sich die Art der Pressungserscheinungen leicht verfolgen. Es herrscht die Tendenz vor, walzenförmige Stücke zu bilden (Fig. 8), und zwar so, daß der helle Gneis immer das Innere einer solchen Walze ausfüllt, während der dunkle Gneis die Hülle abgibt und von der Oberansicht aus einen äußeren Kreisring bildet. Immer machen dabei heller und dunkler Gneis die gleichen Krümmungen, wobei die Gemengteile beider Gneise ständig eine übereinstimmende Parallelrichtung aufweisen. Die Druckerscheinungen, die der Quarz beider Gneise zeigt, sind an den ungestörtesten Stellen so stark wie an den am intensivsten gekrümmten, woraus hervorgeht, daß die Krümmung keine Druckwirkungen verursacht hat, was natürlich einen kristallinen Zustand der Gesteine vor der Druckäußerung ausschließt. Es zeigt sich wieder, daß die Auskristallisation und die Parallelrichtung im Schapbachgneis und im Renschgneis zur selben Zeit erfolgte.

Von einer einschneidenden Bedeutung werden diese Verhältnisse aber durch ihre Übertragung auf den Renschgneis.

c) Die Stellung dieser Gneise aus dem Kilpentale zum Renschgneise.

Das Ergebnis der allgemeinen Untersuchung des Renschgneises führte ja auf die Einteilung in Lagen- bzw. Fahnlunitgneis und feinkörnigen Gneis. Es wurden damals schon auf den großen Unterschied zwischen diesen beiden Arten und auf ihre mannigfaltigen charakteristischen Merkmale hingewiesen. Nun finden sich in dem Steinbruch an der Kilpenstraße zwei aneinandergrenzende Gneise, von denen der eine sich als Eruptivgneis, der andere als Sedimentgneis erweist; dabei sind die charakteristischen

Merkmale des letzteren seine feinkörnige Ausbildung, das ständige Gleichbleiben der Korngröße, die zwischen Hornfelsstruktur und Kristallisationsschieferung liegende Struktur, das Fehlen einer Lagentextur, ebenso von Fahlunit, Fibrolith, Mikroklin, Mirmekit, perthitischer, schriftgranitischer und der neuen im Rengneis sonst vorkommenden andesin-albitischen Plagioklasverwachsung. Er stimmt damit in jeder Beziehung mit dem feinkörnigen Gneise überein, und so kann man auch diesen als sichern Sedimentgneis bezeichnen. Der andere Gneis zeigt an der Grenze gegen den Sedimentgneis eine durch Einschmelzungen und Auflösungen mehr oder weniger veränderte Eruptivgneisstruktur. Diese ergibt sich teils aus den Merkmalen des Eruptivgneises, teils aus den durch die Einschmelzungen und Auflösungen im Sedimentmaterial wie im Eruptivgneis hervorgerufenen Verhältnissen. Das Gesamtbild eines solchen Gneises ist durch das Auftreten von Fahlunit und Fibrolith, von Mirmekit, Albitschnüren im Orthoklas und der andesin-albitischen Plagioklasverwachsung, durch das Fehlen von Mikroklin, perthitischer und schriftgranitischer Verwachsung, durch den auffallenden Wechsel im Mengenverhältnis, in der Größe der Individuen, in der Struktur und durch die Entwicklung einer Lagentextur gegeben. Die Übereinstimmung mit dem Lagen- bzw. Fahlunitgneis ist nun so groß, daß, so fremdartig fürs erste auch die Folgerungen daraus erscheinen, die Gründe doch zu zwingend sind, als daß ihre Entstehung auf eine andere als dieselbe Ursache zurückgeführt werden könnte. So muß man den Lagen- bzw. Fahlunitgneis für einen durch Einschmelzung und Auflösung von Sedimentmaterial veränderten Eruptivgneis halten.

Die Auffassung, daß im Schwarzwälder Gneise Mischgesteine eine Rolle spielen, ist so alt wie die Einteilung in Schapbach- und Rengneis, denn die verschwommenen Grenzen zwischen beiden konnte man damals auch nur durch Vermischung der beiden Gneise erklären. Jetzt erhält das Mischgestein aber eine viel größere Bedeutung; denn da der Lagen- bzw. Fahlunitgneis den feinkörnigen Gneis im Umfang seines Auftretens so weit übertrifft, daß er die Hauptmasse des Rengneises darstellt, so ist für den letzteren der Name Sedi-

mentgneis nicht mehr richtig, sondern man kann den größten Teil des Renghgneises einen Mischgneis nennen.

Diese große Ausdehnung des Mischgesteins ist aber eine auffallende Erscheinung, und so scheint die Folgerung, die aus den Verbandsverhältnissen in dem Steinbruch an der Kilpenstraße bezogen wurde, fürs erste etwas gewagt. Aber es ist ganz unmöglich, nur den am meisten dem Schapbachgneis sich nähernden Teil des Lagengneises als Mischgneis aufzufassen, den andern aber für richtigen Sedimentgneis zu halten, da der Unterschied zwischen Lagen- und feinkörnigem Gneise viel größer ist als der zwischen den extremsten Ausbildungsformen des Lagengneises.

Es fragt sich nun, inwieweit die sonstigen Verhältnisse des Renghgneises, die bei diesen Untersuchungen wenig oder auch gar nicht berührt wurden, mit dieser Auffassung übereinstimmen. Besonders wichtig erscheint dabei das anderweitige Vorkommen des feinkörnigen Gneises und seine jeweiligen Verbandsverhältnisse, ebenso wie sich die sicher sedimentären Einlagerungen, die Kalksilikate und die Graphitoidschiefer, dazu stellen.

Das Vorkommen des feinkörnigen Gneises zeigt sich als sehr geringfügig, es ähnelt ganz dem der Amphibolite, indem er auch nur verhältnismäßig kleine Partien bildet, dabei aber auf kürzerer Strecke mehrmals auftauchen kann. Außer dem einen Vorkommen an der Kilpenstraße habe ich ihn sonst nie in direktem Kontakte mit dem Schapbachgneise angetroffen, sondern immer im Lagengneise; damit hängt zusammen, daß diese unregelmäßigen Einschlitzungen, an denen man am leichtesten das Verhältnis der beiden Gneise zueinander erkennen kann, selten vorzukommen scheinen. Übrigens besteht die weitere Umgebung der in dem Steinbruch an der Kilpenstraße aufgeschlossenen Gneise ebenfalls aus Lagengneisen. Man hat es hier wohl mit einem glücklichen Zufall zu tun, indem während der Metamorphose wahrscheinlich als Folge irgendeiner Massenverschiebung das schon etwas metamorphosierte Sediment noch einmal in direkte Berührung mit einem noch keine Einschlitzungen enthaltenden Eruptivgneis kam, wobei dann die Einschlitzung relativ gering war und die

Brocken teilweise überhaupt nicht mehr aufgelöst wurden, teilweise der Auflösung anheimfielen, dabei aber immer noch ihre alten Umrisse bewahrten und ihre Gemengteile nicht im Magma gleichmäßig verteilt wurden.

Gewöhnlich finden wir also den Sedimentgneis von einem Kranz von Lagengneisen umgeben, die allmählich in den Eruptivgneis überleiten und die Vorgänge, die an der Kilpenstraße im kleinen so schön beobachtet werden können, spielen sich am ganzen Gneiskomplexe im großen Maßstabe ab, was ihre Erklärung ganz ungemein erschwert. Man muß sich dabei noch die besonderen Verhältnisse im Renschgneisgebiet vergegenwärtigen, die eine ins Große gehende Beobachtung durch ihre wenigen Aufschlüsse und wegen der ungemein raschen Verwitterbarkeit des Gesteines einfach unmöglich machen. Nur so kann man sich erklären, daß man diese Verhältnisse nicht schon länger richtig erkannte und erst eine umfassende mikroskopische Untersuchung darin Klarheit schaffen mußte; zumal man einen Punkt immer hervorhob, der bei der Annahme des ganzen Renschgneises als Sedimentgneis einen ständigen Haken bildete und der sich jetzt als so ganz selbstverständlich erweist, es ist dies die Erscheinung, daß zwischen Schapbach- und Renschgneis keine scharfe Grenze zu ziehen ist, und daß der Renschgneis immer wieder von Schapbachgneis unterbrochen wird. Ich mache da noch einmal auf die Ansicht Rosenbuschs aufmerksam, der bei der Behandlung der Grenzverhältnisse hinzufügt:

„darauf ist noch zu berücksichtigen, daß die Verschwommenheit und Vermischung beider Komplexe sich nicht bloß auf die gegenseitige Hauptgrenze beschränkt, sondern auch daß untergeordnete Parteien der einen Gruppe sich innerhalb der andern einstellen“.

Diese Tatsache ist überall im Renschgneise zu konstatieren, und zwar nicht bloß, daß größere Komplexe miteinander abwechseln würden, sondern oft auf ganz kleinem Raume tritt dieser Wechsel ein und dabei so häufig, daß man jedes Handstück darauf ansehen muß, ob es wirklich auch nur aus einem Gneise besteht. Man nahm dann wohl eine Vermischung an, glaubte aber dabei immer, daß Schapbach- und Renschgneis ihren selbständigen Charakter bewahrt hätten.

Die kartographische Darstellung hat darauf verzichtet, diesen Wechsel in den Gneisen genau darzustellen und hat, solange ein Gneis vorherrschte, das ganze Gebiet nur mit diesem Gneise belegt, so daß die Karten viel zusammenhängendere Gneiskomplexe, besonders Renschgneiskomplexe darstellen, als in Wirklichkeit vorhanden sind. Eine genaue Darstellung eines größeren Gebietes dürfte aber auch ganz unmöglich sein, wiewohl es sehr interessant wäre und sicher auch viel zu der Ansicht beitragen würde, daß eine solche Vermischung nur als Einschmelzung denkbar ist.

Des weiteren ist die Stellung der für den Sedimentgneis als charakteristisch angegebenen Einlagerungen zu diesen neuen Verhältnissen zu erörtern. Was die Einlagerungen im allgemeinen betrifft, so ist für die meisten die sedimentäre Herkunft ohne Zweifel, doch ist damit natürlich noch nicht gesagt, daß auch der Gneis, in dem sie vorkommen, sedimentär ist. Es wurde nun schon mehrmals darauf hingewiesen, daß eines der Merkmale des feinkörnigen Gneises sein immer gleichbleibendes Aussehen ist, das durch keine andersartige Ausbildung, durch keinen Wechsel im Mineralbestande gestört wird, ich habe bis jetzt, abgesehen eines noch zu besprechenden Hornblendegehalts, wenigstens nichts Derartiges darin gefunden, obwohl es an und für sich sehr gut möglich wäre. Sie kommen also tatsächlich nicht im Sedimentgneise, sondern im Lagengneise vor und können deshalb nicht mehr als Beweisstücke für den Sedimentgneis verwendet werden. Sie stellen selbständige Einschmelzungen einer allem Anscheine nach sehr verschieden zusammengesetzten Sedimenthülle dar.

Wiewohl sie so eigentlich bei der Behandlung des Sedimentgneises ausscheiden, so hat doch eine Untersuchung derselben, wenn auch indirekt, sich für außerordentlich wertvoll für die Abgrenzung des Sedimentgneises erwiesen.

Es handelt sich dabei um die Frage, wie sich der als Eruptivgestein erkannte Lagengneis gegenüber einem solchen Sedimentgestein verhält, ob die Wirkungen und Resultate ähnlich wie beim feinkörnigen Gneise sind und ob man auch hier seinen eruptiven Charakter erkennen kann. Zur Feststellung dieser Verhältnisse mußte man natürlich eine ganz sichere sedimentäre Einlagerung

benützen, die zugleich auch den Verband mit dem Gneise gut erkennen ließ. Derer sind es aber nur wenige, und um sicher zu gehen, mußte ich mich für ein Kalkvorkommen entschließen, obwohl dabei eine Übereinstimmung mit den Verbandsverhältnissen an der Kilpenstraße von Anfang an nicht zu erwarten war. Ich wählte das von Thürach beschriebene „Vorkommen von körnigem Kalk im Harmersbacher Tale“ (Mitteil. d. Großh. Bad. geol. Landesanstalt Bd. III).

d) Der Kalk von Harmersbach.

Es handelt sich dabei ausschließlich um das am Ausgang des Holdersbachtales gelegene Vorkommen, das nach der Beschreibung durch das größere Auftreten von beinahe reinem körnigem Kalke und seinen Verband mit Hornblendeschiefern wichtige Aufschlüsse zu bieten versprach.

Das Profil ergab sich nach Thürach folgendermaßen: Auf die reineren körnigen Kalklagen folgt ein zersetzter Hornblendeschiefer, auf diesen körniger Kalk mit Lagen von gneisartigem Gestein wechselnd, dann Rengneis; jetzt folgt eine Unterbrechung des Aufschlusses von 5—8 m, bis durch den Holdersbach wieder körniger Kalk mit Lagen von gneisartigem Gestein wechselnd angeschnitten wird; nach einer nochmaligen gleichgroßen Unterbrechung taucht wieder Rengneis auf, dann Granatauraphibolit, der durch eine Zersetzungszone in Kalktrümmer führenden Rengneis übergeht. Das ganze Profil hat eine Längsausdehnung von annähernd 20 m, bietet also ein sehr abwechslungsreiches Bild. Die einzelnen Lagen sind natürlich dadurch nicht gerade mächtig. So umfassen die drei erstgenannten kaum zwei Meter.

Thürach gibt nun die einzelnen Gesteine in konkordanter Lagerung an, ein Umstand, der für den körnigen Kalk und den Hornblendeschiefer immerhin von einiger Wichtigkeit ist. Ich fand den Aufschluß in einem solch ungünstigen Zustande, daß ich gerade über den letzten Punkt, über die Lagerung des reinen Kalkes, nichts Sicheres sagen kann. An der bezeichneten Stelle fand sich nach einigem Graben noch ein Block reinen Kalkes, aber ohne Zusammenhang mit den Hornblendeschiefern, so daß es zweifelhaft

ist, ob seine Lagerung noch eine primäre ist, und die am Zusammenhange mit dem Hornblendeschiefer noch befindenden Kalkfetzen waren zu gering, um noch genau die Lagerung angeben zu können. Auch sonst war durch Zuschüttung noch mehr verdeckt, als es Thüraach angetroffen hatte.

Der Rengneis ergab sich als Lagengneis, und zwar namentlich der bei Erwähnung des Profils zuletzt aufgezählte mit starker Anlehnung an den Schapbachgneis, dagegen ähnelten die mit Kalklagen abwechselnden Partien manchmal dem feinkörnigen Gneise. Die mikroskopische Untersuchung des stark ausgeprägten Lagengneises zeigt deutlich seine schapbachgneisähnliche Struktur; die Veränderungen werden hier nicht durch Fahlunit und Fibrolith hervorgerufen, sondern durch ein schwach grünliches chloritisches Mineral, das von vielen Kalzitfetzen durchsetzt ist. Nach Thüraach stellt es eine zersetzte Hornblende dar, wobei der Kalkspat bei der Zersetzung ausgeschieden wurde. Die hie und da noch vorhandene Kristallbegrenzung würde damit übereinstimmen. Oft ist aber das ganze Mineral durch Kalkspat ersetzt, und es kann dies dann nicht mehr durch eine bloße Zersetzung der Hornblende erreicht worden sein, sondern man muß dabei eine größere Zufuhr von Kalkspat voraussetzen, dabei ist der Kalkspat immer an dieses Mineral gebunden. Aus letzterem Umstande schließe ich, daß diese Zufuhr außerhalb des jetzigen Verbandes stattgefunden hat und das Mineral als eingeschmolzener Gemengteil aufzufassen ist und früher dem Hornblendeschiefer angehört hat.

Der Hornblendeschiefer selbst zeigt ein ähnliches Aussehen wie die stark veränderten Stellen des Lagengneises. Die Abweichung wird durch ein noch stärkeres und jetzt ganz unregelmäßiges Auftreten des grünlichen Minerals verursacht, während das als Grundmasse auftretende Quarzfeldspatgemenge dieselbe Ausbildung zeigt wie im Lagengneis; die von Thüraach beschriebene pinitoide Umwandlung des Feldspates ist mir nicht aufgefallen.

In dem Hornblendeschiefer treten auch, unabhängig von dem grünlichen Mineral, Kalkspäte auf, die immer am Rande eine feine Zackung aufweisen und dabei ganz unregelmäßig gestaltet sind,

gegen den reinen Kalk hin nehmen diese Kalkspäte zu und bilden dabei dünne aber lange Lagen, wobei die Längsausdehnung mit der Parallelstellung im Hornblendeschiefer zusammenfällt. Unerwartet ist aber das, daß die sonst eine durchschnittliche Größe aufweisenden Quarz- und Feldspatkörner in kürzerer Entfernung von dem reinen Kalke plötzlich kleiner werden, um als eine ganz feinkörnige Masse an den Kalk zu grenzen. Nur einmal tritt bei einem Gesteinsverbande die gleiche Erscheinung auf, es ist dies die bekannte Saalbandentwicklung bei Gängen; zeigt sich also an ein Eruptivgestein gebunden. Hier tritt diese Erscheinung wirklich überraschend auf, weist aber mit den andern Merkmalen entschieden auf den eruptiven Charakter des Gesteins hin, das einen Lagengneis darstellt, aber durch starke Einschmelzungen im Aussehen einem Hornblendeschiefer sich nähert. Damit lassen sich auch die sonstigen Verhältnisse in Einklang bringen. So die Erscheinung, daß in der Zone, in der Quarz und Feldspat kleiner wird, sich etwas Ähnliches an den Kalkspäten und dem grünen Mineral nicht beobachten läßt und diese fremdartig in dem Quarzfeldspatgemenge auftreten, was bei der Annahme einer Einschmelzung ganz selbstverständlich ist. Ebenso ergibt sich die zackige Ausbildung der einzelnen Kalkspäte als eine Wirkung der Einschmelzung, das dichte Quarzfeldspatgemenge dringt in jede Spalte des zusammenhängenden reinen Kalkes ein und überall zeigen dabei die Kalkspäte da, wo sie an die Quarzfeldspatmasse grenzen, diese zackige Ausbildung, während sie da, wo sie selbst aneinanderstoßen, geradlinige kristallinische Begrenzung besitzen, — es tritt diese verschiedene Ausbildung an ein und demselben Kalkspate auf —, sie werden von der eruptiven Masse geradezu angefressen.

Der reine Kalk ist marmorartig, die Kristalle zeigen durch ihre häufig gebogenen Lamellen eine stärkere Druckwirkung an. Ganz rein ist er eigentlich auch nicht, denn die ganze Masse wird von gewundenen Gängen durchsetzt, die mit einem bläulich-grünen Mineral ausgefüllt sind, und einzelne Körnchen davon sind auch im Kalke eingeschlossen. Der mikroskopischen Untersuchung nach ist es ebenfalls eine chloritische Substanz, und Thürausch hält sie aus Augit entstanden. Auf alle Fälle sind diese Gänge sedi-

mentären Charakters, und man kann wohl annehmen, daß diese chloritische Substanz, sowohl die in dem Lagengneise wie die in der Kalke, aus einem gleichartigen Sedimente als Produkt der Metamorphose entstanden ist. Inwieweit dabei Verwitterung und Zersetzung noch eine Rolle gespielt haben, ist schwer zu sagen.

Das wichtigste Ergebnis dieser Untersuchung ist das, daß das Verhältnis zwischen dem sicher sedimentären Gesteine und dem Lagengneise ganz wie im Aufschluß an der Kilpenstraße dafür spricht, daß der Lagengneis nicht als Sedimentgneis angesprochen werden kann.

B. Beschreibender Teil.

1. Der Mischgneis.

Der Lagengneis, der beinahe die Hauptmasse des Rengneises aufbaut, ist demnach ein Mischgestein, ein Mischgneis.

Er hat nichts mit dem reinen Sedimentgneis gemein, besitzt dagegen, wenn auch oft verdeckt, die Merkmale des Schapbachgneises; es ist dies die Eruptivstruktur, Mirmekit und die andesin-albitische Plagioklasverwachsung. Die für ihn allein bezeichnenden Merkmale sind Fahlunit, Fibrolith, die durch Vermischung von Sedimentgneis- und Eruptivgneisstruktur entstandenen Ausbildungen und die Lagentextur. Doch lassen diese Merkmale besonders bei Einschmelzung von nur geringen Mengen von Biotit und Quarz öfters im Stiche. Der Übergang in den Schapbachgneis geht ganz unmerklich vonstatten und eine Abgrenzung, die überdies nicht viel Sinn haben würde, ist unmöglich.

Die einzelnen Ausbildungen sind nun äußerst verschieden, es hängt dies von der Verschiedenheit in der Höhe und in der Art der Einschmelzung und Auflösung und von der Zusammensetzung des eingeschmolzenen wie des einschmelzenden Gesteines ab. Der Schapbachgneis scheint dabei stellenweise in der Einschmelzungszone salischer entwickelt zu sein, indem Biotit auf größeren

Strecken völlig fehlt, doch kommen, wie z. B. im Kandelmassiv, auch in größeren Massen Einschmelzungen im biotithaltigen Schapbachgneis vor, wobei dann die Erscheinung eintritt, daß die Lagentextur beinahe völlig verwischt werden kann.

Speziell an der Hand von Fahlunit läßt sich die ganze Reihe in aufsteigender Folge von verschieden verändertem Schapbachgneise aufstellen.

Die Auflösung von Sedimentmaterial äußert sich zuerst in einem Sinken der Korngröße, in einem Nachlassen der ausgeprägten Kristallisationsfolge und in einer besseren Parallelstellung. Meist ist in diesen ersten Mischgneisen noch kein Fahlunit und Sillimanit vorhanden und die Veränderungen sind mehr auf Einschmelzung von Quarz und Biotit zurückzuführen, auch halte ich es für wahrscheinlich, daß in dieser Zone Sedimentmaterial und Eruptivmasse zusammen zum Aufbau eines Minerals, vor allem von Feldspat, verwandt werden. Diese Veränderungen können nun soweit gehen, ohne daß noch Fahlunit, Sillimanit oder eine Sedimentgneisstrukturform auftritt, daß der Schapbachgneischarakter völlig verloren geht; das Auftreten von Mirmekit hilft dann meistens wieder auf die richtige Spur. Deutlicher wird schon das Bild eines Mischgneises, wenn der sedimentäre Quarz und Biotit noch hier und da zusammenhängen und sich nicht ganz an die Korngröße und die Ausbildung der Mineralien des Eruptivgneises angewöhnt haben, ein solches Bild bietet der feinstreifige Furtwanger Gneis. Fahlunit und Sillimanit verändern, solange sie nur in geringen Mengen auftreten, den Eruptivgneis wenig, besonders gilt dies vom Sillimanit, der meist in Quarz, Feldspat und Biotit eingeschlossen, diese Mineralien ganz durchschwärmt, ohne einen Einfluß auf ihre äußere Begrenzung zu besitzen. In dieser ersten Zone ist nicht selten eine, wenn auch nur auf kleinen Raum beschränkte doppelte Parallelrichtung, die sich unter einem verschieden großen Winkel schneiden kann, vorhanden; am deutlichsten wird dies, wenn in beiden Parallelrichtungen Biotit vorkommt (Fig. 11), weniger deutlich, wenn die biotithaltigen Lagen in Gegensatz zu den Quarzfeldspatlagen treten, es durchsetzt dann der Biotit ohne weiteres die quer zu seiner Parallelstellung liegenden Feldspäte. Die einzige

Wirkung auf den Biotit scheint dabei die zu sein, daß seine Blättchen kleiner bleiben. Diese Art der Durchsetzung von Biotit und Feldspat wurde von jeher für ein Eruptivgestein für unmöglich erklärt, und ich führe sie auch, wie überhaupt das Auftreten einer doppelten Parallelrichtung auf die Einschmelzung von Sedimentmaterial zurück. Es findet dabei eine Aufblätterung des zum eingeschmolzenen Teile gehörenden Biotites statt und die kleinen Stengelchen liegen dann haufenweise aber wirr durcheinander in den großen Feldspäten. Es tritt letzteres auch ohne Zusammenhang mit einer doppelten Parallelstellung auf.

Bei größerer Einschmelzung treten dann erst die eigentlichen typischen Verhältnisse ein. Dadurch daß die Eruptivmasse über das Sedimentmaterial nicht mehr so stark überwiegt, kann dieses sein charakteristisches Auftreten etwas mehr bewahren, es bilden sich nur mit wenig Eruptivmaterial vermischte Quarzbiotit- und Biotitfahlunitlagen, seltener Biotitsillimanitlagen. Sie zeigen manchmal in ihrer Ausbildungsweise große Ähnlichkeit mit der Struktur des Sedimentgneises, und da diese Lagen natürlich nur wenig mächtig sind und auch der Eruptivgneis keine größeren zusammenhängenden Komplexe mehr bildet, so ist der bei der Besprechung des Lagengneises als auffallendes Merkmal angeführte plötzliche Wechsel im Verhältnis der Gemengteile, in der Größe der Körner und besonders in der Struktur leicht erklärlich. Man kann da natürlich nicht von einer Struktur des Mischgneises reden, solange sich die beiden Teile Eruptiv- und Sedimentmasse durch Ausbildung der ihnen eigenen Strukturen noch trennen lassen, und diese sind ja bereits bekannt, sondern es ist dies erst dann der Fall, wenn eine vollständige Vermischung der Gemengteile stattgefunden hat, eine solche Struktur stellt die beim Furtwanger Gneise vorkommende, im Lagengneise als eigene und selbständige beschriebene dar. Ich füge hier noch die Beschreibung einer ebenfalls durch vollständige Vermischung entstandenen Struktur bei, die aber auch durch Fahlunit und Sillimanit bestimmt wird. Mit dem Auftreten von Fahlunit und Sillimanit ist der Mischgneis meist auch sehr quarzreich, so daß schon die Verschiedenheit im Mengenverhältnis der Gemengteile einen Unterschied im Aussehen bedingt.

Die Korngröße unterliegt keinem großen Wechsel, nähert sich aber nicht in dem Maße dem Sedimentgneis in bezug auf das Gleichbleiben der Korngröße, wie der Furtwanger Gneis. Quarz ist das vorherrschende Mineral; er ist etwas in die Länge gestreckt und hat eine zackige bis wellige Oberfläche. Neigung zu regelmäßigen Kristallen besitzt er nicht; ebenso tritt er nicht als Ausfüllmasse zwischen andern Gemengteilen auf. Die größeren Körner erweisen sich unter gekreuzten Nicols in mehrere Individuen zerlegt, die Grenze zwischen diesen ist sehr zackig, teilweise auch verschwommen. Feldspat ist als Orthoklas wie als Plagioklas vorhanden, dabei überwiegt der erstere. Seine Ausbildung gleicht der des Quarzes, doch zeigt auch hier der Plagioklas eine bessere Kristallbegrenzung. Mirmekit kommt gelegentlich vor. Der Biotit ist immer gut parallel gerichtet, seine Blättchen zeigen die gewöhnlichen Formen, parallel den Spaltrissen gut begrenzt sind sie sonst stark ausgefrantzt. Sie führen häufig als Einschlüsse: Zirkon und Apatit. Die bekannte Bleichung des Biotit mit Ausscheidung von Rutilnadelchen ist auch hier ganz offensichtlich ein Werk der Verwitterung. Sehr deutlich parallel gerichtet ist auch Fahlunit und Sillimanit, ersterer gleicht in seinen ungefähren Umrissen dem Feldspate und zeigt auch nur selten kristallographische Begrenzung, letzterer ist in ganz kleinen Kriställchen häufig zu beobachten, Einfluß auf den Habitus des Gneises hat er aber nur in seiner haufenweisen Anreicherung. Die Nebengemengteile sind in der gleichen Zahl und Ausbildung wie auch sonst im Renschgneis vorhanden. Die daraus sich ergebende Struktur trägt somit die gleichen Grundzüge wie die des Furtwanger Gneises; ich habe sie bei diesem mit der von Grubemann als granoplastische beschriebenen verglichen, sie unterscheidet sich von ihr aber dadurch, daß eine gute Parallelstellung und sogar eine geringe Längsstreckung der Gemengteile zu beobachten ist.

Bei den bisher besprochenen Mischgneisen herrschte das Eruptivmaterial weit über das Sedimentmaterial vor und zu dieser Art ist der weitaus größte Teil der Lagengneise zu stellen.

Nur gering ist die Verbreitung der Mischgneise, die ungefähr gleichmäßig aus beiden Teilen bestehen. Der Zusammenhang unter dem Sedimentmaterial wird größer und das gemeinsame Auftreten von Biotit, Fahlunit und Sillimanit gibt dieser Art ein eigenes Aussehen. Diese drei Gemengteile sind innig miteinander verbunden, sie durchdringen einander und scheinen auseinander hervorzugehen, zeigen dabei einzeln und im Verbande eine gute Parallelstellung und Längsstreckung. Die oft dem Feldspat gleichende Interferenzfarbe des Fahlunits läßt oft eine größere Anhäufung von reinem Sedimentmaterial vermuten, als der Wirklichkeit entspricht. Eine genaue Untersuchung lehrt, daß immer wieder kleine Mengen von Eruptivmaterial in der Sedimentmasse auftauchen, und bald findet man auch als weitere Bestätigung in diesen Eruptivgneisagen Mirmekit vor.

Am seltensten sind aber die Fälle, in denen in einem Mischgneise das Sedimentmaterial überwiegt, man kann dann wohl nicht mehr von einer Auflösung des Gesteins sprechen, sondern hier ist der Ausdruck der Injektion eines Sediments durch ein Magma ganz am Platze. Während schon bei der letzten Art die Lagerstruktur weniger deutlich ausgebildet war, tritt sie hier noch mehr zurück und macht dafür einer Ausbildung Platz, die durch ihr feinkörniges, feinstreifiges kompaktes Aussehen ganz an den feinkörnigen Gneis erinnert. Im mikroskopischen Bilde durchsetzt die Eruptivmasse das Sediment noch vollständig, bildet selbst aber keine größeren Anhäufungen mehr, so daß hier das Aussehen ganz von der Biotit-Fahlunitmasse beherrscht wird. Es kann dadurch die Meinung hervorgerufen werden, daß man es mit einem stark verwitterten Gestein zu tun hat, dem steht aber die Frische des im Schwarzwälder Gneise sonst so leicht sich zersetzenden Biotits gegenüber. Man sieht daraus, daß gerade da, wo doch der natürliche Übergang vom Mischgneis in den Sedimentgneis zu suchen ist und dies auch makroskopisch deutlich zum Ausdruck kommt, unter dem Mikroskope die größten Gegensätze sich offenbaren; es ist dies aber durch die Art der Entstehung dieser Gneise begründet.

Bei den Einschmelzungen in dem Aufschluß an der Kilpenstraße war zu sehen, daß der Eruptivgneis wohl geringere Mengen

von Sediment häufig aufgelöst enthält, dann aber, sobald jenes den Eruptivgneis zu überwiegen droht, rasch in den reinen Sedimentgneis überleitet. Diese Erscheinung ist für den ganzen Renghneis bezeichnend. Übergänge zum Sedimentgneise sind wohl vorhanden, aber es ist nicht so, daß die Mischgneise auf alle möglichen Zwischenstufen zwischen Eruptiv- und Sedimentgneis gleichmäßig verteilt wären. In der Größe ihrer Verbreitung bilden diese Zwischenstufen beim Eruptivgneise beginnend, zuerst eine aufsteigende Reihe, um mit Beginn der gleichmäßigen Beteiligung von Sediment- und Eruptivmaterial an dem Mischgneise in eine sehr rasch absteigende überzugehen.

Außer oder mit der Lagentextur kann sich die Quarzfeldspatmassen auch durch Entwicklung von Augen und Linsen im Gneise äußern, diese sind ja meist nur klein, können aber bis kopfgroß werden. Ebenso können solche Augen durch ausnahmsweis große Entwicklung einiger Feldspäte entstehen. Man nennt den Gneis im ersten Falle Augengneis, im zweiten Falle könnte man ihn als porphyrtartigen Gneis bezeichnen. Da diese Gneise in dem Aufschluß an der Kilpenstraße ebenfalls durch Vermischung von Sediment- und Eruptivmaterial entstanden sind, so muß man auch die sonstigen Vorkommen dieser Gneise zum Lagengneise ziehen. Es wurde damals schon gezeigt, daß die Entstehung solcher Gneise statt des gewöhnlichen Lagengneises sehr leicht denkbar ist, abgesehen davon, daß sie auch sonst ganz den Charakter des Lagengneises besitzen.

Die damit sicher zusammenhängenden Quarzknauern, die sich so häufig im Renghneise einstellen, können aber auch zum Teil als sedimentäre Einschmelzungen betrachtet werden. Es gelang mir bei ihrer Untersuchung nicht, Anhaltspunkte zu finden, die für sedimentäre oder Eruptiventstehung sprechen würden, oder die sedimentären Quarzknauern von den eruptiven trennen ließen. Das einzige ist, daß ich sie nur im Lagengneis vorfand.

Ähnlich diesen Quarzknauern ist manchmal das Vorkommen von Sillimanit, nur daß man bei ihm sicher weiß, daß er sedimentärer Herkunft und ein Produkt der Einschmelzung ist. Die Sillimanitanhäufungen, die die Augen bilden, rufen

ein auffallendes Aussehen des Gneises hervor; man sieht meist sofort, daß man es hier nicht mit einem integrierenden Bestandteil des Gneises, wie es die Quarzfeldspat-Augen darstellen, zu tun hat, sondern daß sie dem Gneise eigentlich fremd sind. Sie sind gewöhnlich auch klein, können aber ebenfalls sehr groß werden und Faustgröße erreichen. Übrigens ist das Auftreten dieser Linsen derartig, daß sie, ohne vorherige anderweitige Untersuchung, ganz von selbst die Annahme einer Entstehung durch Einschmelzung notwendig machen. Ich habe z. B. in einem sonst gar nicht veränderten Schapbachgneise diese Linsen in Haselnußgröße vorgefunden, wobei sie wie Gerölle sich aus dem Schapbachgneis hervorheben. Dabei ist die Anordnung dieser Linsen immer die gleiche und in besonders deutlicher Weise in Gneisen von Vöhrenbach und Unterkirnach auf Blatt 109 zu sehen.

Es sind dies helle quarzitisches Gneise, deren Biotit, wenn auch wenig vorhanden, eine gute Parallelrichtung aufweist. In diesen Gneisen verhalten sich nun die abgeflachten Sillimanitlinsen wie die Biotitblättchen, sie sind im Sinne der Parallelrichtung ausgezogen und lagern mit ihrer abgeflachten Seite in der Schieferungsebene. Der Gneis zeigt die Eruptivgneisstruktur. Sillimanit ist in den Linsen als Fibrolith vorhanden, wobei er in den Quarzen einen wirren Filz bildet. Dem Gneis gegenüber ist die Linse meist durch eine Zone von Quarz abgetrennt; da wo aber der Sillimanit mit dem Biotite in Berührung tritt, ist ein inniger Verband zwischen beiden zu konstatieren und ein allmählicher Übergang vorhanden. Es ist dabei fraglich, ob der Sillimanit aus dem Biotit oder der Biotit aus dem Sillimanit oder beide zusammen aus einem nicht mehr erkennbaren Mineralgemenge hervorgegangen sind. Der Biotit sucht deutlich die Linsen zu umfließen.

Dies tritt beim porphyrtartigen Gneise ebenfalls hervor. In einem gewöhnlichen Gneise treten einzelne Feldspatkörner durch ihre ungewöhnliche Größe in Gegensatz zu den andern Gemengteilen, unter denen sich aber ebenfalls Feldspat befindet. Diese großen Feldspatkörner sind meist Plagioklas; doch ist ihre kristallographische Begrenzung besonders auch für Plagio

klas sehr gering, vielfach zeigen die kleinen Plagioklase der Grundmasse eine bessere Begrenzung. Der Gneis selbst ist ein Lagengneis, und man kann als sicher annehmen, daß die großen Feldspäte zu dem eruptiven Teile gehören, da sie ganz unabhängig davon auftreten, ob in dem Gneise Fahlunit und Fibrolith vorhanden ist oder nicht, wie sie selbst auch gar keine Veränderungen aufweisen.

Im Eruptivgneise gibt es nun viele granulitische Abänderungen, die dann im Mischgneise ebenfalls als solche wieder auftreten. Makroskopisch nähern sie sich durch ihr mehr dichtes und feinstreifiges Aussehen dem feinkörnigen Gneise.

Was die einzelnen Gemengteile des Mischgneises betrifft, so sind sie, soweit sie von größerer Bedeutung sind, bereits besprochen, und es ist nur noch einzelnes hervorzuheben. Als Hauptgemengteile sind anzusehen: Feldspat, Quarz, Biotit, Fahlunit und Sillimanit.

Beim Feldspate kommt nur ausnahmsweise der Zonenbau vor, wie er aus Eruptivgesteinen bekannt ist, dagegen läßt sich an einzelnen Stellen und in ganz unregelmäßigen Formen am Rande einzelner Individuen ein abweichendes Verhalten in Doppelbrechung aus Auslöschung gegenüber dem Kerne feststellen, die geringe Entwicklung läßt eine nähere Untersuchung, ob hier eine Anreicherung von Anorthit in der Hülle, eine solche von Albit im Kern vorhanden ist, nicht zu. Die Zwillingsverwachsung der Plagioklase ist weniger gut entwickelt als im Eruptivgneise.

Das Auftreten von Mirmekit richtet sich nicht immer nach den von Becke aufgestellten Grundsätzen 1).

1) So fand ich in einem größeren Plagioklase an einem Eck einen Mirmekit eingesenkt, der sich deutlich von dem Plagioklase abgrenzte und auf der in den Plagioklas hineinreichenden Seite konvexen Umriß besitzt, auf den die Quarzstengeln sich annähernd senkrecht einstellen. Untersucht man nun mit sehr starker Vergrößerung, so merkt man, daß der dunkle Umriß des Mirmekits ebenfalls durch Einlagerung von Quarzstengeln hervorgerufen wird, die nur eine andere Lagerung besitzen, während da, wo die Quarzstengeln einen Zwischenraum frei lassen, keine Grenze zwischen Mirmekit und Plagioklas vorhanden ist; ebenso ist die Lichtbrechung wie die Auslöschung des Mirmekits gleich der des Plagioklases, und es bilden beide zusammen einen einzigen Plagioklas. Höchst sonderbar ist die Orientierung

An Stelle des Biotits oder vergesellschaftet mit ihm kommt öfters auch Hornblende vor, es ist dies natürlich, da es ja auch Hornblende führende Schapbachgneise gibt, ebenso kann sie sedimentärer Herkunft sein, da sie auch im Sedimentgneise vorkommt. Es ist eine grüne Hornblende, ihre kristallographische Begrenzung ist gut, sonst verhält sie sich wie der Biotit.

Daß unter Fahlunit die verschiedenen Umwandlungsprodukte von Cordierit zu verstehen sind, habe ich bereits angeführt. Obwohl man nun Cordierit überhaupt nicht mehr vorfindet, so berechtigt doch die teilweise noch erhaltene Kristallform und die Art der Umsetzung das grünliche Mineralgemenge als Fahlunit zu bezeichnen; ich habe wenigstens nichts gefunden, was dagegen sprechen würde.

Als erstes Umwandlungsprodukt ist ein hellgrünliches Mineral anzusehen, das die gleiche Lichtbrechung wie Cordierit besitzt, aber beinahe isotrop ist. Der Cordierit scheint sich vollständig in dieses Mineral umzusetzen, ohne daß dabei noch ein Nebenprodukt entsteht. Die Umsetzung geht aber weiter, sie beginnt dabei an der Oberfläche und schreitet auf besonderen charakteristischen Verwitterungsbahnen vor. Es entsteht eine bräunliche Substanz, die aus ganz kleinen Schüppchen mit Fasern besteht und bald das ganze Mineral anfüllt, wobei aber die Umrisse des Minerals und die Umsetzungsbahnen noch erhalten bleiben. Die feinschuppige Substanz halte ich vornehmlich für Serizit. Ein weiteres Umsetzungsprodukt zeigt schwache Doppelbrechung, höhere Lichtbrechung als Cordierit, und ist wohl das als Chlorophyllit beschriebene Umsetzungsprodukt. Es bestehen nun zwischen Fahlunit einerseits, Biotit und Feldspat andererseits Verbandsverhältnisse, die merkwürdige Beziehungen vermuten lassen. Es fällt sofort auf, daß hier und da eine Verwebung von Biotit und Feldspat stattfindet, die sich von der gewöhnlichen scharf abhebt und eine Art von Hornfelsstruktur darstellt. Es bilden dabei gewöhnlich Biotit und Feldspat keine eigent-

der Quarzstengelchen sowohl unter sich wie gegenüber dem Plagioklas. Eine daraufhin angestellte nähere Untersuchung der Mirmekite im Renschgneise ließ das mehrmalige Vorkommen eines derart abweichenden Mirmekits erkennen. Ein andermal waren Mirmekit zwischen Biotitblättchen eingeklemmt und die Quarzstengelchen standen senkrecht zu der Längsrichtung des Biotits. Auch reicht öfters die mit Quarzstengelchen versehene konvexe Seite des Mirmekits in einen Plagioklas hinein. Die Ursachen dieser abweichenden Ausbildung muß man wohl in der Entstehungsart des Mischgneises suchen.

lichen Individuen, sondern nur kleine Fetzen ohne irgendwelche kristallographische Begrenzung. So findet man sie in den Fahlunit führenden Lagen und meist eng mit diesem verknüpft. Die Grenze gegen den Fahlunit ist nicht scharf, indem in ihm allmählich kleine bräunliche Flecken erscheinen, die gegen das Biotitfeldspatgemenge immer deutlicher werden und bald als Biotit sich zu erkennen geben, es geht dabei dieser ganz allmählich in den Fahlunit über, indem er gegen den Rand hin immer lichter wird, bis er die grüne oder graue Farbe des Fahlunits erreicht hat. Die Biotite, die dabei auf der einen Seite in das Biotitfeldspatgemenge hineinreichen, zeigen auf dieser Seite nicht mehr diese verwaschene Abgrenzung, die sie gegen den Fahlunit hin besitzen.

Ähnliche Verhältnisse findet man beim Sillimanit, sein häufiges Auftreten als Fibrolith und der allmähliche Übergang in Biotit sein allmähliches Herauswachsen aus diesen sind bereits beschrieben und bekannte Dinge.

Als Nebengemengteile treten auf: Zirkon, Monazit, Apatit, Granat, Graphit, Muskowit, Titanit, Eisenerze.

Zirkon und Monazit werden wegen ihres übereinstimmenden Aussehens und Auftretens selten auseinandergehalten, doch ist ihre Scheidung, wenn die Kristalle nicht allzu winzig sind, auf Grund ihres optischen Verhaltens nicht zu schwierig. Inwiefern das als Monazit bezeichnete Mineral genau seiner chemischen Formel entspricht, ist noch fraglich, und es ist daher vielleicht besser, vorerst nur von einem monazitähnlichen Mineral zu sprechen. Sie sind die weitverbreitetsten Nebengemengteile und dürften in keinem Schlicke fehlen. Sie sind häufige Einschlüsse in Biotit und geben zur Entstehung der plechroitischen Höfe Anlaß.

Für den Mischgneis wichtiger sind aber die drei Mineralien: Graphit, Granat, Apatit. Das erste tritt dabei meist als Graphitoid auf und kann dann als sichere sedimentäre Beimengung betrachtet werden. Es kommt manchmal in Gesellschaft eines Minerals vor, das als Muskowit anzusprechen oder nahe mit ihm verwandt ist. Die Verbreitung des Graphitoids ist nicht bedeutend. Nicht sicher erweisbar aber doch aus einzelnen Vorkommen zu schließen, ist ein größerer Teil von Granat und Apatit

ebenfalls dem sedimentären Anteil zuzurechnen, obwohl beide, besonders aber Granat, im Sedimentgneise nicht häufig sind. Man findet nämlich den Granat in den mehr die sedimentären Bestandteile enthaltenden Lagen häufiger als sonst im Gneise, ebenso den Apatit, der zudem in großen Individuen mit Biotit zusammen inmitten reiner Sillimanitknauern auftritt. Der Granat ist gewöhnlich klein, kann aber manchmal recht groß werden, wie in einem porphyrtartigen Gneise, in dem er die Größe der Feldspateinsprenglinge erhält und dabei ebenfalls von dem Biotite etwas umflastert, zugleich aber auch durchsetzt wird.

Am unsichersten ist als primärer Bestandteil Muskowit anzusprechen, da er als sekundärer Bestandteil, wie auch Rutil sehr häufig ist. Er scheint nur lokal vorzukommen, und zwar als Bestandteil des Schapbachgneises, da ich ihn im Sedimentgneise nie vorfand. Es scheinen hier Gegensätze zu den Verhältnissen zu bestehen, wie sie Resorptionen aufweisende Granitmassen zeigen, da gerade diejenigen Granitmassive, die viel fremdes Material resorbiert haben, reichlich Muskowit führen.

In zwei Schliffen trat Disthen auf; das eine Mal mit Biotit zusammen als ausgelapptes zerbrochenes Individuum, das andere Mal waren die kleinen Körner teils von einem Muskowitsaum umgeben, teils gingen sie in Sillimanit über. Er scheint im Mischgneise nicht bestandfähig zu sein. Titanit begleitet fast ständig die Hornblende und bietet dann gute Kristallform, sonst ist er sehr selten. An Eisenerzen wie Pyrit, Magnetit, Brauneisen ist der Mischgneis reich; diese gehören in der Hauptsache zum sedimentären Anteil, wie aus ihrer Reichhaltigkeit im Sedimentgneis geschlossen werden kann.

Unsicher ist das Vorkommen von Augit¹⁾.

¹⁾ Ich habe in dem Aufschluß an der Kilpenstraße der walzenförmigen Absonderung Erwähnung getan, wobei gewöhnlich der Eruptivgneis das Innere, der Sedimentgneis die Hülle abgab. An Stelle des Eruptivgneises tritt nun manchmal ein hellgrünes Gestein auf, das sich als ein Gemenge aus Quarz, Feldspat und Augit ergibt und als häufigen Nebengemengteil Titanit führt. Seine Struktur ist weder die des Sediment- noch die des Eruptivgneises, ferner fehlt Mirmekit und die bekannte Plagioklas-

2. Der Sedimentgneis.

Es ist im folgenden zwar nur der Sedimentgneis besprochen, den ich als sicher nachweisen konnte; es ist aber wahrscheinlich, daß einige Gneisarten, wie z. B. der quarzitisches Gneis, deren Einordnung mir nicht sicher gelang, sich ebenfalls als sedimentär erweisen und so das Sedimentgneisvorkommen erweitern werden.

Die Merkmale seines im Gegensatze zum Mischgneise auffallend ruhigen und gleichmäßigen Auftretens habe ich bereits mehrmals angeführt. Seine zwischen Hornfelsstruktur und Kristallisationsschieferung (Fig. 2) liegende Ausbildung kommt dadurch zustande, daß eine Kristallisationsfolge nicht mehr ausgeprägt ist, sondern auch Quarz manchmal in wohlbegrenzten längsgestreckten Individuen auftritt; die Oberfläche der Mineralien ist ebenflächig bis rundlich, doch ist beim Quarze die pseudopodienartige Ausbildung immer noch angedeutet. Die Längsstreckung und Parallelstellung der Gemengteile leitet durch ihre verschiedene Ausbildung einmal mehr zu der Kristallisationsschieferung, ein andermal mehr zu der Hornfelsstruktur über, dabei tritt im ersten Falle der Biotit ohne Rücksicht auf die andern Gemengteile auf und durchsetzt sie in beliebiger Weise, im zweiten Falle umgibt er mehr den Feldspat und Quarz. Die siebartige Durchlöcherung, die im Mischgneise gering ausgebildet ist, ist hier nicht vorhanden.

Da nun die Kristallisationsschieferung nach Becke unter der Einwirkung des einseitigen Druckes entsteht, die Hornfelsstruktur aber ein Produkt der Kontaktmetamorphose ist, so kann man aus dieser Struktur des Sedimentgneises schließen, daß er durch Kontaktmetamorphose in Begleitung eines einseitigen Druckes entstanden ist. Daß die Kontaktmetamorphose hier in Wirkung treten muß, ist natürlich, wenn man überlegt, daß die im Magma schwimmenden reinen Sedimentschollen, soweit sie als solche noch nachweisbar sind, nur eine Ausdehnung von höchstens

verwachsung. Aussehen und Zusammensetzung gleichen den sogen. Augitgneisen, die wie der Kalk von Harmersbach zu den besonderen Einlagerungen gehören.

einigen Metern besitzen, und die Druckwirkung kommt in der ausgeprägten Parallelstellung der Gemengeteile zum Ausdruck.

Die einzelnen Gemengeteile sind ganz regelmäßig vermengt, und nur einmal waren in einem Handstücke kleine Quarzanhäufungen zu finden. Die Quarze sind in diesen Anhäufungen sehr groß, doch gleichen sie in ihren Umrissen den kleinen Quarzen; von Veränderungen, die sie hervorgerufen hätten, ist nichts zu sehen und sie scheinen isolierte Putzen in dem Sedimentgneise zu bilden.

Über die Gemengeteile ist nur noch wenig zu sagen, da die Verhältnisse hier sehr einfach sind, indem die verschiedenen Verwachsungen und Ausbildungsformen der Gemengeteile gar nicht vorkommen. Die Hauptgemengeteile sind: Quarz, Feldspat und Biotit. An Stelle von Biotit oder mit Biotit zusammen tritt hier Hornblende viel häufiger auf als im Mischgneise, wobei aber Biotit und Hornblende die gleiche Beschaffenheit wie im Mischgneise zeigen. Feldspat ist als Orthoklas wie Plagioklas vorhanden und es ist dabei das Mengenverhältnis sehr wechselnd, indem einmal Orthoklas, das andere Mal Plagioklas stark vorherrscht. Die Unterschiede in der Kornausbildung sind nicht groß und wahrscheinlich allein durch die bessere Spaltbarkeit des Plagioklases bedingt, die Kristalle sind teils rundlich bis quadratisch, teils länglich säulenförmig. Etwas gelappter ist der Quarz, sonst gleicht sein Auftreten dem des Feldspates. Biotit und Hornblende sind immer reichlich vorhanden. Die Nebengemengeteile sind: Zirkon, das monazitähnliche Mineral, Apatit, Granat und Eisenerze. Sie zeigen keine Abweichungen von der Ausbildung im Mischgneise und sind gewöhnlich nur in kleinen Mengen vorhanden. Das Vorkommen von Zirkon ist auffallend, da er bis jetzt nur in Eruptivgesteinen nachgewiesen wurde, doch läßt seine Lichtbrechung, Doppelbrechung, Auslöschungsschiefe, Zonenbau und Spaltbarkeit keine andere Deutung zu. In dem Schlicke mit den anscheinend sedimentären Quarzkauern fand sich auch ein in der Größe jenen Quarzen entsprechender Apatit, der aber trotz seiner Größe gar keine kristallographische Begrenzung zeigt, wodurch er sich von den kleinen über-

gut begrenzten Apatiten im Eruptivgneise und auch teilweise im Mischgneise scharf abhebt. Er zeigt dazu noch die optische Anomalie der Zweiachsigkeit. Sehr unterschiedlich ist der Gehalt an Granat, der gewöhnlich gering ist, in einzelnen Fällen sich aber stark anhäufen kann. Während im Mischgneise ein ständiger Begleiter der Hornblende Titanit ist, kommt er hier, auch wo Hornblende stärker vertreten ist, gar nicht vor.

3. Der quarzitische Gneis.

Der im vorausgegangenen besprochene Sedimentgneis läßt sich gut von dem Schapbach- und dem Mischgneise trennen. Ebenso hat der Mischgneis immerhin soviel Merkmale, daß er ebenfalls, solange nicht die direktesten Grenzgesteine vorliegen, von dem Schapbachgneise geschieden werden kann. Aber bei der vielseitigen Ausbildungsweise, der der Schwarzwälder Gneis unterworfen ist, ist es verständlich, daß es bei manchen Abänderungen ungemein schwer ist, ihre Zuteilung zu einer der drei Gneisarten sicher zu begründen. Ein solches Gestein stellt die augitführende Abänderung aus dem Aufschluß an der Kilpenstraße dar, und ich wende mich jetzt zu einem noch weiter verbreiteten Gesteine, dessen Herkunft nur vermutungsweise angegeben werden kann.

Es ist dies das schon oben erwähnte stark quarzitische, fast biotitfreie Gestein, das überall im Schwarzwälder Gneise vorzukommen scheint und oft im Verbande mit Quarziten auftritt. — Ich habe zwei Vorkommen dieses Gesteines näher untersucht, und zwar die Vorkommen in der Gegend von Vöhrenbach und Unterkirnach, und von Steinach im Kinzigtale. Schon dabei zeigte sich, daß in diesem Gestein sehr Verschiedenes zu vermuten ist, und daß auch die quarzitischen Gneise wahrscheinlich teilweise zu den Schapbachgneisen, teilweise zu den Mischgneisen und teilweise zu den Sedimentgneisen zu stellen sind.

In den Sillimanit führenden Gneisen von Vöhrenbach und Unterkirnach liegen schon quarzitische Gneise vor, doch tritt dies wegen des größeren Biotitgehalts noch nicht so deut-

lich hervor; sie wurden als Mischgneise bestimmt. Es kommen nun dort auch beinahe biotitfreie, dafür reine Quarzlagen führende Gneise vor. Diese sind sehr grobkörnig; eine Parallelstellung und Längsstreckung ist wenig bemerkbar und nur makroskopisch durch eine mit der Parallelstellung übereinstimmende Lagentextur deutlich sichtbar. Quarz überwiegt Feldspat und bildet rundliche bis längliche Körner, die nicht das zerrissene und auseinandergezogene Aussehen wie im Schapbachgneise besitzen, aber doch öfter auch gelappt sind und dem Feldspat gegenüber Pseudopodien bilden. Feldspat ist als Orthoklas wie als Plagioklas vorhanden, es sind auch bei ihm die gleichen nicht stark gelappten aber dennoch unregelmäßigen Formen entwickelt. Biotit ist nur in zerstreuten Fetzen vorhanden. Nebengemengteile fehlen fast ganz. An der Struktur ist das häufige Vorkommen von Quarz- und Feldspatkörnern in einem größeren Feldspate, also die Siebstruktur bemerkenswert; die eingeschlossenen Quarzkörner haben dabei aber nicht durchweg eine rundliche Form, sondern sie weisen gute Kristallausbildung auf und bilden sogar idiomorphe Individuen. Die Quarzpseudopodien und die Siebstruktur sind aber die einzigen Merkmale dieses Gneises. Von ihnen kommt das erstere — diese Angaben betreffen natürlich nur den Schwarzwälder Gneis — viel im Misch- und Eruptivgneise, aber auch im Sedimentgneise vor, das zweite ist im Mischgneise gering entwickelt, im Sedimentgneise gar nicht. Alle die sonstigen Merkmale, die teils für Misch-, Schapbach- oder Sedimentgneis sprechen, fehlen. Der Siebstruktur nach wäre er eigentlich zu den Mischgneisen zu stellen, so wie die Verhältnisse im Schwarzwälder Gneise liegen, obwohl diese sonst als gutes Merkmal eines Sedimentgneises gilt. Aber es ist dabei zu bedenken, daß die bisher beschriebenen Sedimentgneise alle biotitreich sind, und kein quarzitischer Gneis darunter ist, es ist daher gut möglich, daß nur die quarzitischen Sedimentgneise, die doch sicher auch vorkommen, die Siebstruktur aufweisen, und daß das vorliegende Gestein ein quarzitischer Sedimentgneis ist.

Etwas anders sind die von Steinach im Kinzigtale beschaffen. Der quarzitische Gneis ist dort gut in mehreren Stein-

brücken gegenüber von Steinach am rechten Ufer der Kinzig aufgeschlossen, der erste Aufschluß befindet sich direkt an der Kinzigbrücke. Hier treten in dem Gestein mächtige reine Quarzlagen auf, und zwar mehrere übereinander. Dagegen ist der Gneis nicht so stark quarzitisch. Biotit ist auch nur ganz wenig vorhanden. Als Nebengemengteil ist Granat in der Regel in kleinen Anhäufungen stark vertreten. Die Ausbildung von Quarz und Feldspat gleicht im großen ganzen der in dem besprochenen quarzitischen Gneise, nur ist hier der Feldspat oft sehr groß und dann skelettartig ausgebildet und führt als Einschluß nicht bloß Quarz und Feldspat sondern auch in regelloser Zerstreuung kleine Biotitstengelchen. In den Lagen bildet der Quarz große Individuen und führt manchmal kleinere Feldspäte als Einschlüsse. Hier greifen die Quarze immer zackig ineinander und gleichen so den Quarzen des Eruptivgneises wieder mehr als den im Grundgneise. Die gleiche Ausbildung herrscht auch gegenüber den Gemengteilen des Gneises, wobei die Grenze meist ganz scharf ist. Doch war in einem Schiffe zweimal zu sehen, wie eine Lage plötzlich eine Ausbuchtung in den Gneis bildet, und gerade und auch nur an dieser Stelle tritt dann Sillimanit auf in der Form der Sillimanitlinsen, indem die kleinen Nadelchen einen filzigen Haufen bilden, der in Quarzen eingebettet ist. Entsprechend der Auffassung der Sillimanitlinsen als Resorptionserscheinung wird man auch hier diese Quarzlagen für eruptiv halten. Man kann aber hieraus nicht einfach schließen, daß dann der Gneis sedimentärer Herkunft ist, wenn dies auch sehr wahrscheinlich ist, und vor allem dann angenommen werden muß, wenn man in den eruptiven Quarzlagen ein salisches Spaltungsprodukt des Eruptivgneises ähnlich der an einigen Stellen als sicher nachgewiesenen biotitfreien Randbildung erblickt. Es würde bei ihm entsprechend den Vorkommen bei Vöhrenbach der größere Quarzgehalt eine von der gewöhnlichen Sedimentgneisstruktur abweichende Ausbildung hervorgerufen haben. Der sichere Beweis der sedimentären Herkunft quarzitischer Gneise wäre dann gegeben, wenn es gelingen würde, ebenfalls eine direkte Angrenzung an reinen Eruptivgneis zu finden, wie bei dem biotithaltigen Sedimentgneise.

Vielleicht hilft hier auch eine in großem Maßstabe durchgeführte chemische Untersuchung, obwohl ich ihr beim Schwarzwaldgneise wenig Wert beimessen kann, denn es ließe sich dabei eine Unterscheidung zwischen Misch- und Sedimentgneis doch nur dann gewinnen, wenn die chemische Zusammensetzung des Sedimentgneises eine constante wäre, was aber nicht im Wesen eines Sediments liegt. Bei schwankendem Verhältnis lassen sich aber gerade die Grenzfälle, die am schwierigsten einzureihen sind, nicht mehr trennen; denn so groß sind die Unterschiede in der Zusammensetzung von Eruptiv- und Sedimentgneis nicht, daß man sagen könnte, ob die Schwankung in der Zusammensetzung durch Beimischung von Eruptivmaterial oder durch eine Veränderung im Sedimente hervorgerufen wurde¹⁾.

Ich füge hier noch zwei Analysen an, die ich selbst ausführte. Das Material dazu lieferte der Furtwanger Gneis, und zwar für die erste der Gneis ohne die gewundenen Gänge mit dem schwarzen Bande, für die zweite ein solcher reiner Quarz-Feldspat-Gang dieses Gneises, wobei aber nur die wesentlichen Bestandteile quantitativ berücksichtigt wurden.

Analysen.

	1.	2.
Si O ₂	71,80	73,27
Ti O ₂	3,93 *	* dabei P ₂ O ₅ u. Zr O ₂
Al ₂ O ₃	9,55	13,06
Fe ₂ O ₃ }	6,74	
Fe O }		
Mg O	1,76	
Übertrag . .	93,78	86,33

1) Ich verweise hier auch auf eine in der Zwischenzeit erschienene Arbeit von Dr. Kummer „Beitrag zur Kenntnis der Gneise des südlichen Schwarzwaldes“, in der die bis jetzt erschienenen Analysen Schwarzwälder Gneise für das Osannsche Dreieck ungerechnet wurden, wobei es sich zeigte, daß sie in der Hauptmasse eine Mittelstellung zwischen zwei Gneisgruppen (nach Grubenmann) einnehmen, von denen die eine vorwiegend eruptiven, die andere sedimentären Ursprungs ist.

	1.	2.
Übertrag	93,78	86,33
Ca O	1,03	1,70
Na ₂ O	2,53	6,36
K ₂ O	1,99	3,46
H ₂ O	0,60	
	99,75	97,75

4. Die Amphibolite.

Im Zusammenhang mit der veränderten Auffassung vom Auftreten des Sedimentgneises werden nun die Amphibolite wenigstens teilweise dem Sedimentgneis nähergerückt, ich denke dabei an ihr schollenförmiges Auftreten und daran, daß die sedimentären Amphibolite, die jetzt nicht mehr von Sedimentgneis umgeben sind, durch die Einschmelzung ähnlichen Verhältnissen unterworfen wurden, wie der Sedimentgneis.

Überhaupt hat sich ihre Stellung zum Sedimentgneise verändert, denn während sie bis jetzt als Einlagerungen in den Sedimentgneis aufgefaßt wurden und dagegen wieder ihr häufiges Vorkommen im Eruptivgneise zu unbefriedigenden Erklärungen Anlaß gab, treten sie jetzt ebenso selbständig wie der Sedimentgneis in ein und demselben Gesteine im Eruptiv- bzw. Mischgneise auf. Damit ist es hinfällig, Unterschiede zwischen den Vorkommen im Schapbachgneis und den im Renghneis zu machen. Dagegen bin ich auch ganz der Meinung, daß in den Amphiboliten, was ihre Herkunft anbetrifft, sehr Verschiedenartiges vorliegt, daß wir wie beim Gneise Eruptiv-, Sediment- und Mischamphibolite zu unterscheiden haben. In einem aus Feldspat — fast ausschließlich Plagioklas —, Hornblende und Titanit bestehenden Amphibolite gleicht die Struktur der eines eruptiven Hornblendegneises, die Individuen sind groß, Titanit bildet kleinere ovale Körner. Plagioklas und Hornblende treten als gleichberechtigte Gemengteile auf, keines hindert das andere in der Ausbildung, auch findet keine Durchdringung statt, und nur selten hat die Hornblende einige Plagioklaskörnchen eingeschlossen. Dieses Gestein enthält nun

noch deutlich erkennbare Einschlüsse, die aus einer serizitischen, von Eisenerzpartikelchen durchsetzten Masse bestehen, woraus der eruptive Charakter dieses Amphibolites folgt. Ihm gegenüber ~~kann~~ ich eine Reihe von Amphiboliten, die eine vollständig entgegengesetzte, nämlich die auch in Hornfelsen häufige diablastische Struktur besitzen, und man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Amphibolite als sedimentäre bezeichnet. Die diablastische Struktur äußert sich in einer völligen Verwachsung und Durchdringung der Gemengteile. Größere Schwierigkeiten dürften aber die Mischamphibolite bilden. Auf diese tiefergehenden Verhältnisse kann ich mich aber nicht einlassen, da dazu umfassende Untersuchungen gehören.

Dasselbe gilt für die

Kinzigitgneise,

wobei die Stellung der Kinzigite zu den Kinzigitgneisen, das Vorkommen von Fahlunit und von granitischer Struktur auf ein gleiches Verhältnis hinzuweisen scheinen, wie es zwischen Sedimentgneis und Mischgneis besteht.

Zusammenstellung.

Im Schwarzwälder Gneiseliegen der Herkunft nach tatsächlich verschiedene Gneise vor, und zu den bis jetzt unterschiedenen Gruppen, dem Eruptiv- und dem Sedimentgneise, ist als dritte Gruppe der Mischgneis zu stellen. Dabei deckt sich diese neue Gruppe mit dem vorwiegend als Renschgneis bezeichneten Gesteine, während der Sedimentgneis nur kleinere Schollen entsprechend dem Auftreten der Amphibolite im Mischgneise und nur ausnahmsweise im Eruptivgneise bildet. Ebenso ist das Vorkommen des Mischgneises im Eruptivgneise fleckenartig, und auch er bildet keine größeren Komplexe, sondern wird immer wieder vom Eruptivgneise unterbrochen. So stellt das ganze Gneismassiv eine Eruptivmasse dar, die durch Resorption von Sedimentmaterial stellenweise verändert wurde, wobei bei völliger Resorbierung des Sedimentes die Abänderung in der Entstehung des Mischgneises sich äußert, in mehreren Fällen aber noch ein Rest des Sedimentes in seiner ursprünglichen Zusammensetzung erhalten blieb, der umgeben vom Mischgneise zur Bildung eines echten reinen Sedimentgneises Anlaß gab.

Es zeigt sich dabei, daß bei der Vermischung von Eruptiv- und Sedimentmaterial in den weitaus meisten Fällen das Eruptivmaterial, und zwar meist stark überwiegt und so mit Recht die Vermischung als eine Resorptionserscheinung aufgefaßt werden muß, während nur in wenigen Fällen und in geringer Mächtigkeit das Sediment über das Eruptivmaterial vorherrscht, wobei man dann von einem injizierten Sedimente sprechen kann. Dabei tritt diese den Mischgneis bezeichnende Lagentextur in dem durch Re-

sorption entstandenen Mischgneise auf, während sie bei Annäherung an den durch Injektion entstandenen nachläßt und dem injizierten Gneise fast ganz fehlt. Sie kann daher nicht auf Injektion eines Magmas in die Schieferflächen eines Sedimentes zurückgeführt, sondern muß als eine Erscheinung der Resorption aufgefaßt werden, wobei sie durch die lagenweise Art der Resorption oder auch durch eine Differenzierung im Magma hervorgerufen wurde. In Übereinstimmung damit tritt die Lagentextur im Sedimentgneise ganz zurück, während sie hier doch am ausgeprägtesten sein müßte, wenn ihre Entstehung auf die Lagerung des ehemaligen Sedimentes zurückgehen würde.

Im Zusammenhang damit weist die Parallelstellung der Gemengteile beim Verbande von Eruptiv- und Sedimentgneis, von Eruptiv- und Mischgneis, von Misch- und Sedimentgneis immer die gleiche Richtung auf, woraus mit großer Sicherheit die Ursache der Parallelstellung der Gemengteile in den drei Gneisen auf ein und denselben Vorgang zurückgeführt werden kann, dazu spricht die Art der Resorption, die in sämtlichen drei Gneisen gleichen Pressungserscheinungen und besonders die Verhältnisse zwischen Gang und Gneis im Furtwanger Gneise für den früher nicht kristallinen Zustand des Sedimentes.

Die Metamorphose des Sedimentgneises wurde demnach durch die Kontaktmetamorphose, die von einer Druckerscheinung begleitet wurde, bewirkt; es kommt dies in der Struktur zum Ausdruck, die ja eine Zwischenstellung einnimmt zwischen der Kristallisations-schieferung, die auf den Druck hinweist, und der Hornfelsstruktur, die bei Kontaktmetamorphose auftritt. Die größere Wirkung schreibe ich dabei dem Drucke zu, da die Hornfelsstruktur nur angedeutet ist und im Sedimentgneise gar keine Kontaktmineralien auftreten. Es gehören ja Fahlunit und Sillimanit ausschließlich dem Mischgneise an und entstehen nur, wie der Aufschluß an der Kilpenstraße genau zeigt, bei innigster Berührung von Sediment und Magma.

Bemerkenswert ist noch das Auftreten der Verwachsung zwischen einem Albit- und Andesin-Plagioklase und die Bestäti-

gung der Ansicht S a u e r s , daß, was wenigstens den Schwarzwälder Gneis betrifft, Quarz vermiculé nur in eruptivem Gesteine, im Eruptivgneise und sehr viel auch im Mischgneise, vorkommt.

Wie es sich herausgestellt hat und auch der Natur der Sache entspricht, ist es unmöglich, eine scharfe Grenze zwischen Eruptiv- und Mischgneis zu ziehen. Sicher dagegen ist die Grenzbestimmung zwischen Eruptiv- und Sedimentgneis, dafür aber die Einreihung einiger Abarten, solange man ihren Verband mit einem bestimm- baren Gneise nicht kennt, wie z. B. bei den quarzitischen Gneisen, vorerst unsicher.

Literaturverzeichnis.

- Baumgärtel, B., Eruptive Quarzgänge in der Umgebung der vogtländisch-westerzgebirgischen Granitmassive. Zeitschr. d. D. geol. Ges. Bd. 63, Heft 2.
- Beck, R., Eruptivgneise des sächsischen Erzgebirges. T. M. P. M. 1901 u. 1904.
- Becke, F., Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer I. Denkschr. d. Wiener Akad. 7. Mai 1903.
- Derselbe. Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Congrès géol. internat. IX. session. Vienne 1903.
- Derselbe. Zur Physiographie der Gemengteile der krist. Schiefer III. 1906
- Derselbe. Über Kristallisationsschieferung und Piëzokristallisation. Comptes rendues, Internat. Geol.-Kongr. Mexico 1906.
- Derselbe. Über Mirmekit. T. M. P. M. XXVII. 1908.
- Credner, H., Die Genesis des sächsischen Granulitgebirges. Zentralbl. f. Min., Geol. und Paläont. 1907.
- Dalmer, K., Zur Theorie der Genesis der archaischen Formation des Erzgebirges. Zentralbl. f. Min., Geol. und Paläont. 1904.
- Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt 91 und 104 von K. Regelman.
- Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte von Baden, Blatt 82, 88, 89, 94, 95, 100, 109 von A. Sauer; Blatt 83, 84, 109, 119 von F. Schaleh; Blatt 87, 93 von H. Thürach; Blatt 99, 108 von K. Schnarrenberger.
- Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte von Sachsen, Blatt 50 von J. Hazard; Blatt 51 von E. Weber; Blatt 68 von G. Klemm.
- Grubenmann, U., Die kristallinen Schiefer. Teil I u. II. Berlin 1904 u. 1907
- Sauer, A., Das alte Grundgebirge Deutschlands. Compt. rend. IX Congrès géol. intern. Vienne 1903.
- Schwarz, H., Auswürflinge von kristallinen Schiefern in den Vulkanembryonen der schwäb. Alb. Jahrb. d. Ver. für nat. Naturkunde Stuttgart 1905.
- Thürach, H., Körniger Kalk von Harmersbach. Mitt. d. bad. geol. Landesanstalt 1899.



Fig. 1. Renghneis (Mischgneis) aus dem Nonnenbachtal (Blatt St. Peter).
Lagentextur wesentlich durch Quarz-, Feldspat- und Quarzlagen hervorgerufen.

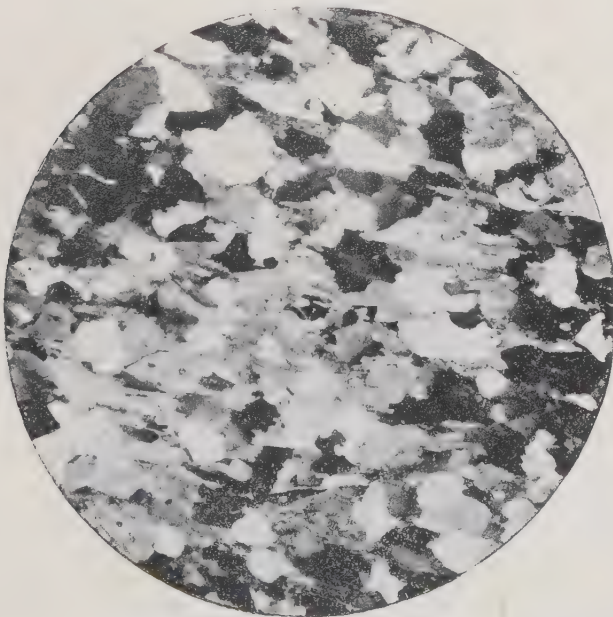


Fig. 2. Mikroskopisches Strukturbild eines feinkörnigen Gneis vom Sägendobel bei St. Peter.

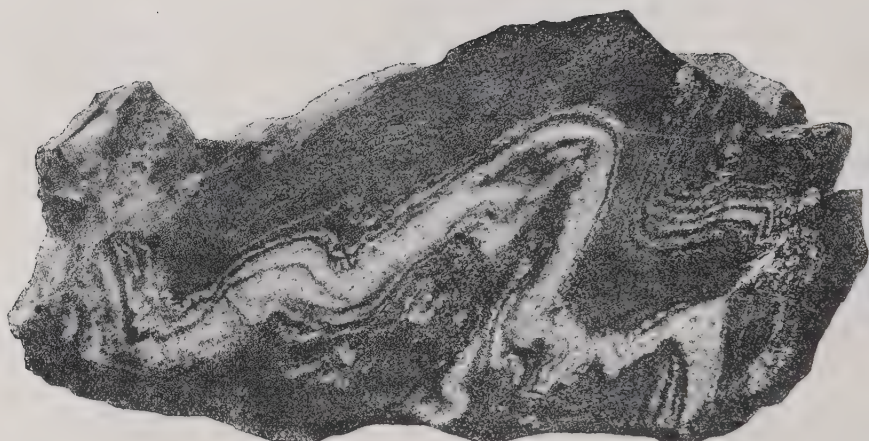


Fig. 3. Furtwanger Gneis. Lagentextur.

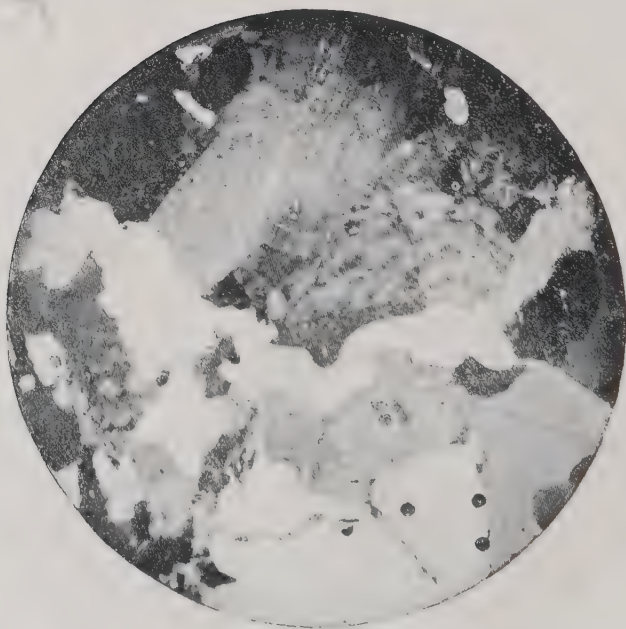


Fig. 4. Mikrostruktur von Eruptivgneis an einem äußerlich sedimentgneis- (Renchgneis-) artigen Gestein der Posthalde im Höllental.



Fig. 5. Furtwanger Gneis. Quarz-Feldspatlagen mit Quarz-Biotitbande im feinstreifigen Gneise.

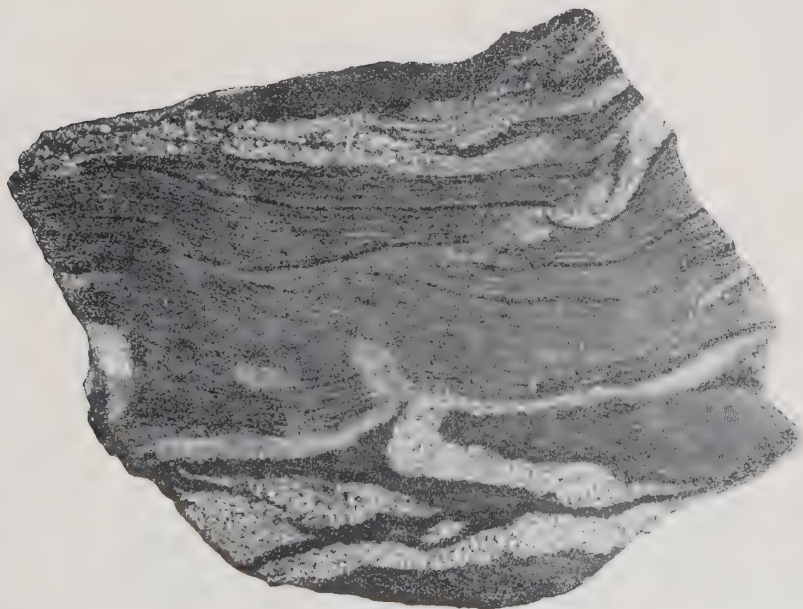


Fig. 6. Furtwanger Gneis. Quarz-Feldspatlagen mit Quarz-Biotitbande im feinstreifigen Gneise.



Fig. 7. Furtwanger Gneis. Verband zwischen breiteren Gängen mit dünnen Quarz-Feldspatlagen.



Fig. 8. Gneis von der Kilpensteige. Augenscheinliche Resorption von dunkeln Gneislagen durch helle.

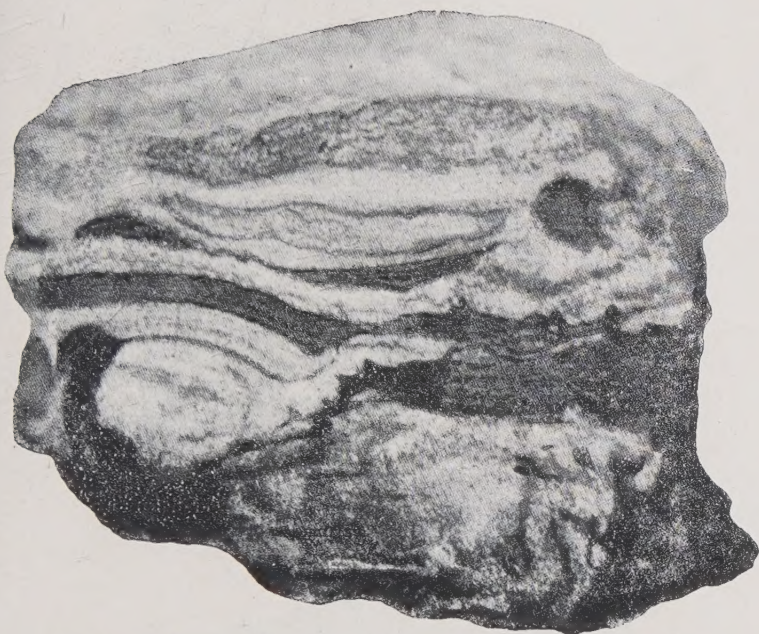


Fig. 9. Gneis von der Kilpensteige. Augenscheinliche Resorption von dunkeln Gneislagen durch helle.



Fig. 10. Gneis von der Kilpensteige. Augenscheinliche Resorption von dunkeln Gneislagen durch helle mit ausgeprägter paralleler Bänderung.



Fig. 11. Mischgneis (Renghneis). Zwei zueinander senkrechte Parallelrichtungen durch Biotit bezeichnet. Hirschsprung Höllental.

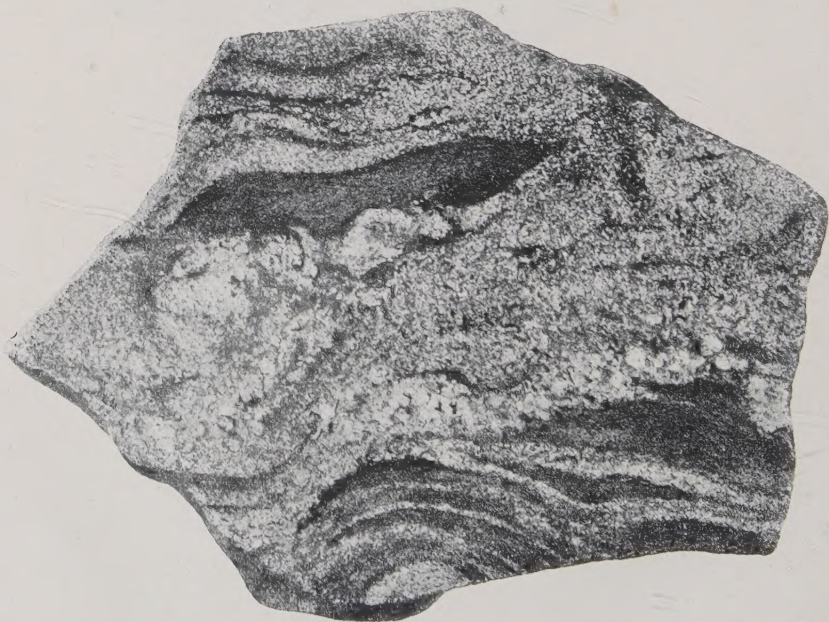


Fig. 12. Furtwanger Gneis. Verband zwischen breiteren Gängen mit dünnen Quarz-Feldspatlagen.

Sämtliche Originale, Dünnschliffe wie angeschliffene Stücke befinden sich in der Sammlung des mineralogischen Instituts der Technischen Hochschule in Stuttgart.

